



Escola Tècnica Superior d'Enginyeries
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Volum I:
Memòria

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Treball Fi de Grau

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Autor: Gerard Moreso Subirats

Directors del TFG: Miquel Casals Casanova i
Marcel Macarulla Martí

Juny del 2015

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

ÍNDEX DE CONTINGUTS

RESUM	6
ABSTRACT	6
1 OBJECTE	7
2 ABAST	7
3 ESPECIFICACIONS BÀSIQUES.....	7
4 JUSTIFICACIÓ.....	8
5 ESTAT DE L'ART I ANTECEDENTS.....	9
5.1 CONTEXT.....	9
5.2 EUROPA.....	9
5.3 ESPANYA	10
5.4 METODOLOGIA DE CÀLCUL	12
5.5 CERTIFICACIÓ AMB CE3X.....	13
5.6 L'ETIQUETA D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA.....	13
6 DESCRIPCIÓ GENERAL DE L'EDIFICI	16
7 METODOLOGIA APLICADA.....	18
7.1 CERTIFICACIONS MITJANÇANT CE3X	18
7.1.1 <i>Obtenció de dades</i>	19
7.1.2 <i>Introducció de dades</i>	19
7.1.2.1 Dades administratives.....	20
7.1.2.2 Dades generals	21
7.1.2.3 Envolupant tèrmica.....	23
7.1.2.3.1 Definició de tancaments.....	24
7.1.2.3.1.1 Cobertes	24
7.1.2.3.1.2 Murs.....	24
7.1.2.3.1.2 Sòls	24
7.1.2.3.1.3 Particions interiors en contacte amb espai no habitable.....	24
7.1.2.3.1.4 Buits i lluernes	25
7.1.2.3.1.5 Ponts tèrmics	25
7.1.2.3.1.6 Definició de patrons d'ombra	25
7.1.2.4 Instal·lacions	26
7.1.3 <i>Obtenció de la certificació energètica</i>	27
7.2 CERTIFICACIONS MITJANÇANT CONSUMS REALS	27
7.2.1 <i>Obtenció de dades</i>	27
7.2.2 <i>Tractament de dades</i>	28
8. CERTIFICACIÓ EXHAUSTIVA.....	30
8.1 DADES ADMINISTRATIVES	30
8.2 DADES GENERALS.....	30
8.3 ENVOLUPANT TÈRMICA.....	31
8.3.1 <i>Sòls, cobertes i murs</i>	32
8.3.1.1 Sòls.....	32
8.3.1.2 Cobertes.....	33
8.3.1.3 Murs	34

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

8.3.2 Llibreria tancaments	37
8.3.3 Buits i lluernes.....	40
8.3.4 Patrons d'ombra i ponts tèrmics.....	41
8.4 INSTAL·LACIONS	42
8.4.1 Equip d'enllumenat.....	43
8.4.2 Equip d'ACS.....	43
8.4.3 Equip de només calefacció.....	44
8.4.4 Equip de només refrigeració.....	45
8.4.5 Equip d'aire primari.....	46
8.4.6 Ventiladors	47
8.4.7 Equips de bombeig	47
8.5 RESULTATS I QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA.....	48
9. CERTIFICACIÓ SIMPLIFICADA.....	50
9.1. DADES ADMINISTRATIVES	50
9.2. DADES GENERALS.....	50
9.3. ENVOLUPANT TÈRMICA.....	50
9.3.1. Sòls, cobertes i murs	50
9.3.2. Buits i lluernes.....	50
9.3.3. Patrons d'ombra i ponts tèrmics.....	50
9.4. INSTAL·LACIONS	51
9.5. RESULTATS I QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA.....	51
10. CERTIFICACIÓ MITJANÇANT CONSUMS REALS.....	52
11 COMPARACIONS.....	57
11.1 COMPARACIÓ DE LA CERTIFICACIÓ EXHAUSTIVA I SIMPLIFICADA	57
11.2 COMPARACIÓ DE CE3X AMB CONSUMS REALS.....	58
12 PROPOSTA PER A TREBALLS FUTURS	59
13 ANÀLISI MEDIAMBIENTAL	61
14 PRESSUPOST	61
15 CONCLUSIONS	62
16 BIBLIOGRAFIA	64

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Índex de figures

Figura 1. Transposició de la normativa europea a la espanyola. Font [2].....	12
Figura 2. Model d'etiqueta d'eficiència energètica. Font [10].....	14
Figura 3. Imatge del Centre de la Imatge i la Tecnologia Multimèdia.....	16
Figura 4. Edificis inclosos en la referència cadastral 8318217DG1081B0002GI	17
Figura 5. Procediment per obtenir la qualificació energètica mitjançant CE3X. Font [7].....	18
Figura 6. Finestra d'inicialització de CE3X.....	20
Figura 7. Pestanya d'introducció de dades administratives a CE3X.....	21
Figura 8. Pestanya d'introducció de dades generals a CE3X.....	22
Figura 9. Tipus de tancaments que defineixen la envolupant tèrmica a CE3X. Font[7].	23
Figura 10. Finestra d'introducció de patrons d'ombra pel mètode simplificat. Font [7].....	25
Figura 11. Pestanya d'introducció d'instal·lacions a CE3X. A dalt, els tipus d'instal·lacions que poden ser introduïts. A baix, introducció de dades d'equip d'aigua calenta sanitària (ACS).....	27
Figura 12. Procés de transformació de l'energia. Font [13].	29
Figura 13. Plànol de la planta baixa de l'edifici. Zones utilitzades en la introducció de la envolupant tèrmica.....	31
Figura 15. Plànol del soterrani de l'edifici. Sòls d'aquesta planta introduïts a CE3X.....	33
Figura 16. Plànol de la coberta de l'edifici. Cobertes introduïdes a CE3X.....	34
Figura 17. Plànol de la façana nord de l'edifici. Murs d'aquesta façana introduïts a CE3X.....	35
Figura 18. Plànol de la façana sud de l'edifici. Murs d'aquesta façana introduïts a CE3X.....	35
Figura 19. Plànol de la façana est de l'edifici. Murs d'aquesta façana introduïts a CE3X.....	36
Figura 20. Plànol de la façana oest de l'edifici. Murs d'aquesta façana introduïts a CE3X.....	36
Figura 21. Plànol del soterrani de l'edifici. Murs en contacte amb el terreny d'aquesta planta introduïts a CE3X.	37
Figura 22. Pestanya d'introducció de buits a CE3X.....	40
Figura 23. Plànol de la coberta de l'edifici.	42
Figura 24. Imatge de l'equip de només calefacció (caldera Roca CPA 250) present a l'edifici estudiat.....	44
Figura 25. Imatge de l'equip de només refrigeració (refredadora IRSAP) present a l'edifici estudiat.....	45

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Figura 26. Imatge del quadre de característiques de la refredadora IRSAP present a l'edifici estudiat.....	46
Figura 27. Imatge del quadre de característiques del climatitzador Servo Clima CTA 17 present a l'edifici estudiat.....	46
Figura 28. Imatge dels equips de bombeig presents a l'edifici estudiat.....	47
Figura 29. Imatge d'una de les bombes presents a l'edifici estudiat.....	48
Figura 30. Resultats d'emissions de diòxid de carboni donats per CE3X a la certificació exhaustiva.....	48
Figura 31. Resultats de demanda de calefacció i refrigeració donats per CE3X a la certificació exhaustiva.....	48
Figura 32. Resultats de consum global d'energia primària donats per CE3X a la certificació exhaustiva.....	49
Figura 33. Resultats d'emissions de diòxid de carboni donats per CE3X a la certificació simplificada.....	51
Figura 34. Resultats de demanda de calefacció i refrigeració donats per CE3X a la certificació simplificada.....	51
Figura 35. Resultats de consum global d'energia primària donats per CE3X a la certificació simplificada.....	51
Figura 36. Panell de control general de l'edifici.....	52
Figura 37. Panell de control de la refrigeració de l'edifici.....	52
Figura 38. Panell de control de la calefacció de l'edifici.....	53
Figura 39. Panell de control del climatitzador de l'edifici.....	53
Figura 40. Gràfica dels consums mensual de l'edifici des de 2010 fins a 2014, ambdós inclosos.....	54
Figura 41. Gràfica de l'energia primària consumida mensualment per l'edifici.....	55

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Índex de taules

Taula 1. Índexs de qualificació d'eficiència energètica per a habitatges. Font [10]...	14
Taula 2. Índexs de qualificació d'eficiència energètica per a edificis no destinats a habitatges. Font [10].....	15
Taula 3. Factors de conversió d'energia final a energia primària. Font [5].....	29
Taula 4. Dades administratives de l'edifici introduïdes a CE3X.	30
Taula 5. Dades generals de l'edifici introduïdes a CE3X.	30
Taula 6. Dades de definició de l'edifici introduïdes a CE3X.....	30
Taula 7. Zones utilitzades en la introducció de la envoltant tèrmica.	31
Taula 8. Sòls de l'edifici introduïts a CE3X.....	33
Taula 9. Cobertes introduïdes a CE3X.....	34
Taula 10. Murs de la façana nord introduïts a CE3X.....	35
Taula 11. Murs de la façana sud introduïts a CE3X.	36
Taula 12. Murs de la façana est introduïts a CE3X.....	36
Taula 13. Murs de la façana oest introduïts CE3X.....	37
Taula 14. Murs en contacte amb el terreny introduïts a CE3X.....	37
Taula 15. Materials utilitzat en l'edifici per la coberta general.....	38
Taula 16. Material utilitzats en l'edifici per la coberta plató.....	38
Taula 17. Materials utilitzats en l'edifici pel mur exterior.....	38
Taula 18. Tancaments de l'edifici introduïts a CE3X.	39
Taula 19. Dades comunes per a tots els buits de l'edifici.....	41
Taula 20. Buits introduïts a CE3X. Característiques individuals d'aquests.	41
Taula 21. Patrons d'ombra introduïts a CE3X.	42
Taula 22. Característiques de l'equip d'enllumenat 1.....	43
Taula 23. Característiques de l'equip d'enllumenat 2.....	43
Taula 24. Característiques de l'equip d'enllumenat 3.....	43
Taula 25. Característiques de l'equip d'aigua calenta sanitària.....	44
Taula 26. Característiques de l'equip de només calefacció.....	44
Taula 27. Característiques de l'equip de només refrigeració	45
Taula 28. Característiques de l'equip d'aire primari.....	46
Taula 29. Característiques dels ventiladors.	47
Taula 30. Característiques dels equips de bombeig.....	47
Taula 31. Consums mensual mitjos de l'edifici.	54
Taula 32. Consums mensual mitjos per unitat de superfície i energia primària mensual consumida.....	55
Taula 33. Càlcul de l'energia primària consumida anualment per l'edifici.....	56
Taula 34. Comparació de les hipòtesis de les certificacions amb CE3X.	57
Taula 35. Valors de consum d'energia primària a les tres certificacions.	58
Taula 36. Descripció de tasques.	60
Taula 37. Precedències i duració de les tasques.....	60

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Resum

El present estudi tracta sobre la certificació energètica d'un edifici, en concret el Centre de la Imatge i la Tecnologia Multimèdia de la UPC de Terrassa. En el treball es realitzaran tres certificacions energètiques, dues per mètodes simplificats utilitzant el software CE3X, i l'altra utilitzant els consums reals que han estat monitoritzats de l'edifici.

Després d'haver estudiat les característiques de l'edifici i haver realitzat les tres certificacions, es compararan els resultats obtinguts entre les certificacions. S'estudiaran els paràmetres introduïts i les hipòtesis fetes, i com aquestes afecten al resultat final de la certificació.

Abstract

This paper is about the energy certification of a building, in this case the Centre de la Imatge i la Tecnologia Multimèdia of the UPC in Terrassa. Three different certifications will be studied, two of them using CE3X, a software that uses simplified procedures, and the other using the real monitored consumptions of the building.

After studying the features of the building and performing the three certifications, the obtained results will be compared among them. The introduced parameters and the made hypothesis and how they affect the final result in the certification will be studied.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

1 Objecte

L'objecte d'aquest estudi és utilitzar el software CE3X per a estudiar energèticament l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa i comprovar si els resultats donats per aquest programa s'aproximen als consums reals de l'edifici estudiat.

Serà també un objectiu d'aquest estudi comprovar quines diferències s'observen entre fer l'estudi de la certificació utilitzant mètodes simplificats i fer-la utilitzant mètodes exhaustius. Ambdues seran comparades amb els consums reals monitoritzats de l'edifici per veure quina s'aproxima més a la realitat.

2 Abast

- L'estudi es realitzarà sobre el Centre de la Imatge i la Tecnologia Multimèdia (CITM), situat al carrer de la Igualtat, 33, a Terrassa.
- Es farà una primera certificació de l'edifici utilitzant el software ja comentat per mètodes simplificats, de la qual s'obté el consum energètic.
- Es realitzarà un altre estudi utilitzant CE3X, aquesta vegada utilitzant mètodes exhaustius, per tal de veure si s'observen diferències rellevants en els consums energètics obtinguts de l'anterior. En aquesta certificació es contemplaran patrons d'ombres en cas de que siguin rellevants.
- S'obtingran els valors dels consums reals de l'edifici per tal de que aquests puguin ser estudiats i comparats amb els valors despresos de les dues certificacions realitzades.
- No es contempla l'estudi de mesures per millorar l'eficiència energètica de l'edifici.
- Per altra banda, s'estudiarà la possibilitat de certificar l'edifici només utilitzant els consums reals.

3 Especificacions bàsiques

- El programa utilitzat per a realitzar l'estudi serà el CE3X, eina promoguda pel ministeri d'indústria, energia i turisme.
- Les dades de l'edifici s'obtingran dels plànols i el projecte constructiu d'aquest proporcionats pel departament de Manteniment i Obres de la UPC.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

- Les dades dels consums reals de l'edifici seran obtingudes a partir del servei SIRENA, gestionat per la UPC. Aquest servei monitoritza els consums energètics dels edificis de la UPC.
- Es modelitzaran les instal·lacions i l'envolupant tèrmica de tot l'edifici.
- La certificació per mètodes simplificats es realitzarà posant al programa tots els valors com a valors per defecte.
- La certificació per mètodes exhaustius es realitzarà posant al programa els valors com a valors estimats o valors coneguts, segons la disponibilitat de les dades del edifici.

4 Justificació

La directiva 2010/31/EU regula la certificació energètica d'edificis a la Unió Europea. A Espanya, segons el Real Decreto 235/2013, és obligatori obtenir el certificat d'eficiència energètica en edificis nous, en edificis que es venguin o es lloguin i en edificis ocupats per una autoritat pública de superfície superior a 250 m².

En aquest estudi s'analitzarà l'eficiència energètica de l'edifici en qüestió segons aquesta normativa, que obliga a donar una certificació energètica a l'edifici. Aquest estudi es realitzarà mitjançant el software CE3X, que utilitza procediments simplificats per a estimar els consums energètics. Utilitzant els consums reals, en aquest estudi es vol donar validació als procediments utilitzats per el software en qüestió.

Per altra banda, l'obtenció dels consums i la certificació energètica de l'edifici utilitzant CE3X són un procés relativament llarg, ja que s'han d'introduir al software totes les dades de l'edifici. Per això, també és un objectiu d'aquest estudi mirar si l'edifici es podria certificar utilitzant només els consums reals, ja que així es reduiria de forma significativa el temps per a certificar edificis amb consums reals monitoritzats.

5 Estat de l'art i antecedents

5.1 Context

L'eficiència energètica dels edificis i la normativa que la regula han estat en continu desenvolupament des de l'any 2002, quan va entrar en vigor la primera directiva europea. Per això és important conèixer la normativa i la seva evolució per a poder comprendre la utilitat de la certificació energètica dels edificis i per tant ara es procedirà a fer-ne un resum.

5.2 Europa

L'any 2002 va entrar en vigor a Europa la directiva 2002/91/CE del Parlament Europeu i del Consell de la Unió Europea. En aquesta es considera que el foment de l'eficiència energètica és una part important del conjunt de mesures necessàries per complir les disposicions del Protocol de Kyoto. En aquell moment, el sector dels habitatges absorbia més del 40% de l'energia de la Unió Europea i es trobava en fase d'expansió, fent previsible un augment del consum d'energia i de les emissions de diòxid de carboni. Aquesta directiva obligava als estats membres de la Unió Europea a prendre les mesures necessàries per assegurar que s'estableixin uns requisits mínims de eficiència energètica dels edificis. Aquests requisits haurien de tenir en compte les condicions ambientals generals interiors. La normativa, pel que fa a l'aplicació de la certificació energètica, diferenciava entre edificis de nova construcció i edificis existents de la següent manera:

- Edificis nous: Els estats prendran les mesures necessàries per assegurar que els edificis compleixin els requisits mínims de rendiment energètic. En cas que aquests superin els 1000 m² de superfície, es velarà per a que la viabilitat tècnica, mediambiental i econòmica de sistemes alternatius com la cogeneració o els sistemes de producció d'energia basats en renovables sigui considerada abans del inici de la construcció.
- Edificis existents: Els estats prendran les mesures necessàries per assegurar que quan es realitzin reformes important en edificis de superfície de més de 1000 m², es millori la seva eficiència energètica per a que compleixin uns requisits mínims sempre que sigui tècnica, funcional i econòmicament viable.

Aquesta normativa també obligava a que quan els edificis fossin construïts, venuts, o llogats, es posés a disposició del propietari o, per part del propietari, a disposició del possible comprador o llogater, un certificat d'eficiència energètica. La validesa d'aquest certificat no excediria els 10 anys. El certificat havia

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa d'incloure valors de referència tals com la normativa vigent i valoracions comparatives i havia d'anar acompanyat de recomanacions per a la millora de l'eficiència energètica.

L'any 2010 va entrar a Europa en vigor la normativa 2010/31/UE, que és una ampliació i correcció de l'anterior. Com la gran part de la normativa és igual a l'anterior, en aquest apartat es procedirà a fer esment només de les correccions i ampliacions significatives d'aquesta normativa actualment en vigor respecte la primera. La directiva 2010/31/UE introdueix el concepte d'edifici de consum d'energia casi nul, com aquell de nivell d'eficiència energètica molt alt, i en el que l'energia requerida ha d'estar coberta, en gran mesura, per energia de fonts renovables. També s'introdueixen altres novetats i modificacions com:

- Requisits d'eficiència energètica en els edificis més estrictes, sobre tot pel que fa a refrigeració i il·luminació.
- Els requisits d'eficiència energètica han de tenir en compte la rendibilitat en termes de cost-eficàcia.
- La promoció del ús de sistemes d'alta eficiència
- Tots els edificis públics construïts a partir del 31 de desembre de 2018 a Europa han de ser edificis de consum d'energia casi nul. Per a la resta d'edificis públics la data límit es el 31 de desembre de 2020.
- Els edificis rehabilitats han de complir els requisits per a nous edificis quan s'hi faci una reforma important.

Segons una estimació feta per la UE, la implementació d'aquesta directiva pot reduir el consum energètic entre un 5 i un 6%.

5.3 Espanya

A Espanya un 26% del consum total d'energia prové de l'edificació, un 17% dels habitatges i un 9% del sector terciari. En els últims 20 anys, el consum energètic dels habitatges ha incrementat prop d'un 50%. Els usos de refrigeració, calefacció i consum per a la producció d'aigua calenta sanitària (ACS) representen un 75% de l'energia consumida als edificis, i són els que aquesta normativa vol millorar.

Per aplicar la normativa 2002/91/CE va ser necessari traslladar-la a les exigències de cada país i crear un nou marc normatiu a Espanya per a:

- Establir uns requisits mínims referents a demanda energètica, rendiment de les instal·lacions i ús de les energies renovables.
- Regular la certificació energètica de edificis nous i existents.
- Implantar la inspecció periòdica de eficiència energètica.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Aquesta llei es va transposar a la legislació espanyola amb una sèrie de documents descrits a continuació:

- *Código Técnico de la Edificación (CTE)*, Real Decreto 314/2006, del 17 de març, on el document *Documento Básico HE (DB-HE): Ahorro de energía* estableix els requisits d'eficiència energètica, l'aplicació a edificis nous i als que tinguin reformes significatives, i l'ús d'energies renovables.
- *Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE)*, Real Decreto 1027/2007, del 20 de juliol.
- Real Decreto 47/2007, del 19 de gener, pel que s'aprova el procediment bàsic per a la Certificació d'Eficiència Energètica d'edificis de nova construcció.

Després de l'entrada de la normativa europea 2010/31/EU, es va haver de modificar la normativa espanyola. El 13 d'abril de 2013 es va publicar al BOE el Real Decreto 235/2013, pel que es va aprovar el procediment bàsic per a la Certificació d'Eficiència Energètica d'edificis, on es contemplen tots els edificis, i que substitueix el Real Decreto 47/2007 i afegeix els edificis existents, que no havien estat inclosos inicialment a la transposició espanyola. A la figura 1 es pot veure esquemàticament la transposició de la normativa europea a la normativa espanyola.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

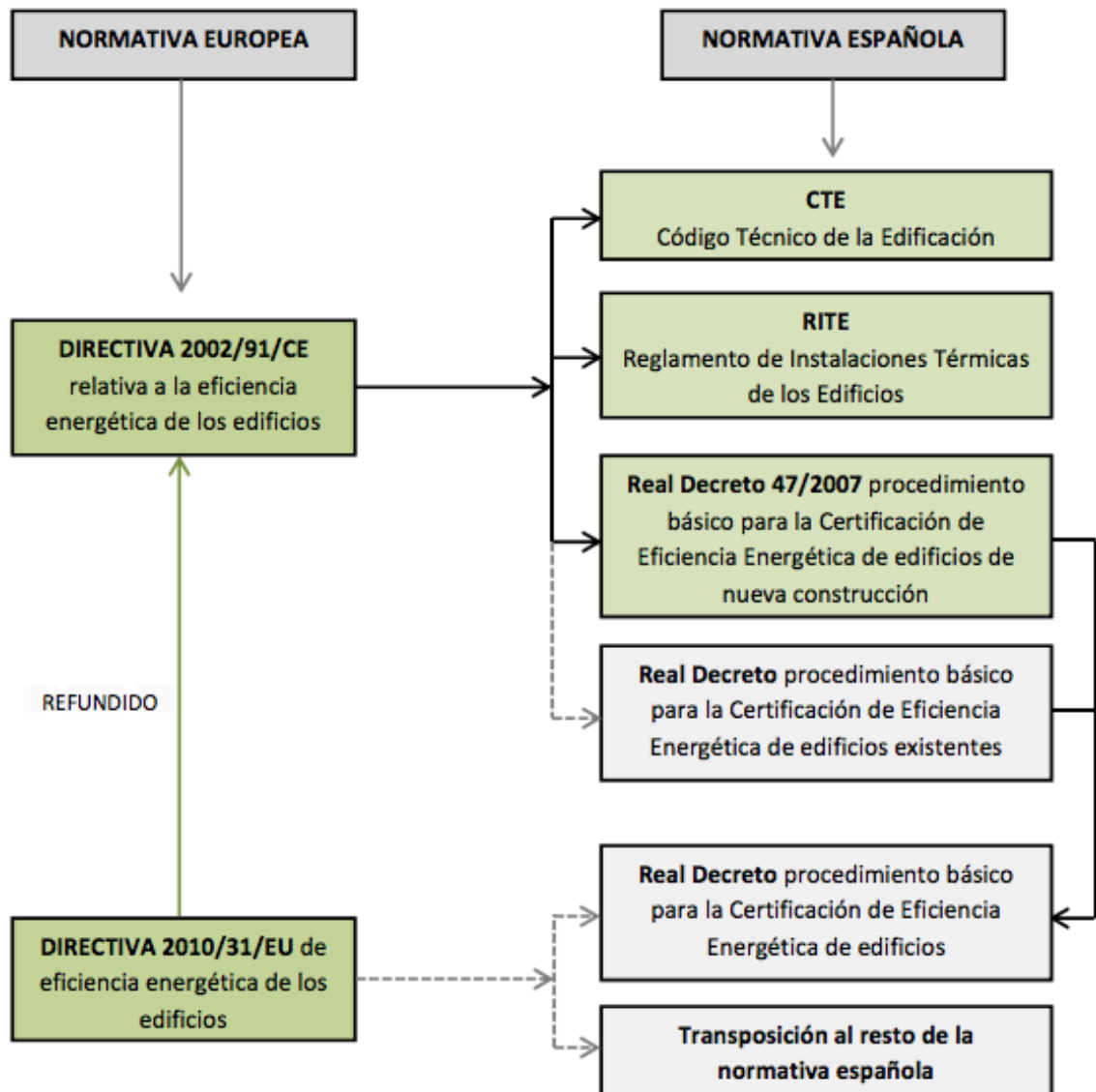


Figura 1. Transposició de la normativa europea a la espanyola. Font [2].

De manera que actualment està en vigor el Real Decreto 235/2013, que cobreix la certificació energètica sobre tot tipus d'edificis.

5.4 Metodologia de càlcul

La qualificació energètica d'un edifici es pot realitzar de dues maneres:

- La opció general: a través del programa informàtic oficial CALENER, que desenvolupa la metodologia de càlcul de forma directa.
- La opció simplificada: Que desenvolupa la metodologia de càlcul de forma indirecta.

La opció simplificada o procediments simplificats es basen en la comparació de l'edifici a certificar amb un altre que compleixi els requisits mínims de la

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa normativa. S'avalua si l'edifici a certificar aconsegueix la mateixa o una eficiència energètica major. La normativa permet la qualificació d'edificis existents per procediments simplificats i el ministeri d'indústria, energia i turisme, a través del *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)*, va aprovar els programes CE3 i CE3X per a realitzar certificacions energètiques amb procediments simplificats.

5.5 Certificació amb CE3X

CE3X és un programa informàtic que farà la clarificació energètica de l'edifici després d'introduir les dades principals d'aquest. Aquesta qualificació s'obté després de que el programa compari les dades introduïdes per l'usuari amb dades d'altres edificis dels quals coneix la qualificació i els consums. La metodologia utilitzada per a la introducció de dades al programa i el seu funcionament seran comentades més endavant en aquest treball.

5.6 L'etiqueta d'eficiència energètica

És el distintiu que indica la qualificació energètica d'un edifici. La etiqueta assigna a cada edifici una classe energètica d'eficiència, des de la A per als més eficients, a la G per als menys eficients. Per a edificis de nova construcció la escala queda entre la A i la E. La etiqueta ha de contenir coma a mínim les següents dades:

- Zona climàtica de l'edifici, localitat i ús.
- Consum d'energia primària estimat de l'edifici, i de les emissions de diòxid de carboni, així com els ràtios per m² de superfície.
- El programa o eina utilitzada per a fer la qualificació.
- La data de validesa de l'etiqueta energètica.
- El gràfic de la escala de qualificació, amb les qualificacions energètiques i els colors corresponents.

A la figura 2 es pot veure com és aquesta etiqueta:

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente construcción / rehabilitación: Construcción 1981 NBE-CT-79

Tipo de edificio: Vivienda

Dirección: Avda Universo 10

Municipio: Madrid

C.P.: 28004

C. Autónoma: Madrid

Referencia/s catastral/es: 9872023 VH5797S 0001 WX

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

	Consumo de energía kWh / m ² año	Emissiones kg CO ₂ / m ² año
A más eficiente		
B		
C	95	
D		32
E		
F		
G menos eficiente		

REGISTRO

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

14/01/2023

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA

Directiva 2010 / 31 / UE

Figura 2. Model d'etiqueta d'eficiència energètica. Font [10].

On l'escala de qualificació per a edificis destinats als habitatges serà com s'indica a la taula següent:

Qualificació de eficiència energètica de l'edifici	Índexs de qualificació d'eficiència energètica
A	$C1 < 0,15$
B	$0,15 < C1 < 0,5$
C	$0,5 < C1 < 1,0$
D	$1,0 < C1 < 1,75$
E	$C1 > 1,75$ i $C2 < 1,0$
F	$C1 > 1,75$ i $1,0 < C2 < 1,5$
G	$C1 > 1,75$ i $C2 > 1,5$

Taula 1. Índexs de qualificació d'eficiència energètica per a habitatges. Font [10].

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

$$C1 = \frac{\left(\frac{I_o}{I_r}R\right)-1}{2(R-1)} + 0.6 \quad C2 = \frac{\left(\frac{I_o}{I_s}R'\right)-1}{2(R'-1)} + 0.5$$

On a C1 lo són les emissions anuals de CO₂, I_r el valor mig de les emissions anuals de CO₂ per a edificis que compleixen el *Documento Básico de Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación* i R el ràtio entre I_r i el valor de les emissions anuals de CO₂. A C2 I_s es el valor mig de les emissions anuals de CO₂ per edificis construïts abans del 2006 i R' es el ràtio entre I_s i el valor de les emissions anuals de CO₂.

Per a edificis destinats a altres usos l'escala de qualificació és descrita a la taula següent:

Qualificació de eficiència energètica de l'edifici	Índexs de qualificació d'eficiència energètica
A	C<0,4
B	0,4<C<0,65
C	0,65<C<1,0
D	1,0<C<1,3
E	1,3<C<1,6
F	1,6<C<2
G	2<C

Taula 2. Índexs de qualificació d'eficiència energètica per a edificis no destinats a habitatges.
Font [10].

On C es el quocient entre les emissions anuals de CO₂ dels edifici a certificar i les emissions anuals de CO₂ d'un mateix edifici utilitzat sempre com a edifici de referència.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

6 Descripció general de l'edifici

L'edifici certificat energèticament és el Centre de la Imatge i Tecnologia Multimèdia (CITM) o TR12 segons el codi del campus UPC de Terrassa. Aquest està situat al carrer de de la Igualtat 33, a Terrassa.

L'edifici consta d'un soterrani i tres plantes habitables. També cal destacar que part de l'edifici té dues plantes més dedicades exclusivament a la situació de les instal·lacions de l'edifici. Aquestes dues plantes es poden descriure com no habitables.



Figura 3. Imatge del Centre de la Imatge i la Tecnologia Multimèdia.

La seva referència cadastral és 8318217DG1081B0002GI, que comparteix amb dos altres edificis, l'edifici GAIA i l'edifici d'Enginyeria Automàtica i Electrònica

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa Industrial, ambdós també pertanyents al campus de Terrassa de la UPC. En la figura següent es pot observar aquets fet.

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES BIENES INMUEBLES DE NATURALEZA URBANA

Municipio de TERRASSA Provincia de BARCELONA

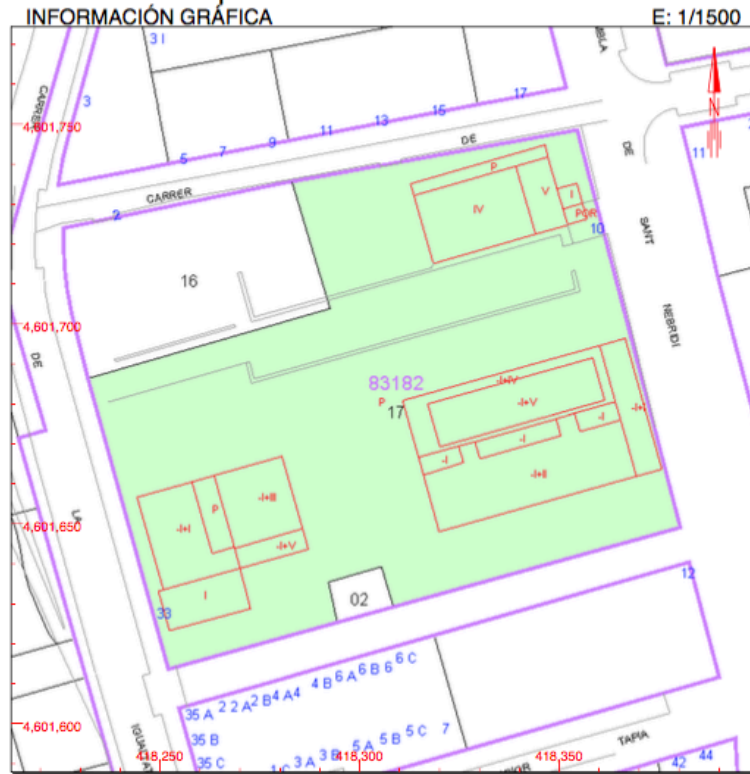


Figura 4. Edificis inclosos en la referència cadastral 8318217DG1081B0002G1.

El CITM és un centre docent adscrit a la UPC especialitzat en la formació en l'àmbit de la imatge i la interacció multimèdia. En aquest s'imparteixen dos títols de grau: el Grau en Multimèdia i els Graus en disseny i Desenvolupament de Videojocs. A més, també s'imparteixen cursos d'especialització i postgraus relacionats amb la fotografia, les tecnologies multimèdia, l'entreteniment interactiu i els videojocs. En aquest centre també es produeix la recerca, innovació i desenvolupament de de projectes de transferència del coneixement en els àmbits de la imatge i la interacció multimèdia.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

7 Metodologia aplicada

En aquest capítol del document es procedirà a descriure quina ha estat la metodologia utilitzada en les tres certificacions, així com a indicar les seves principals diferències. Juntament, s'explicarà el funcionament bàsic de CE3X, així com les dades que són necessàries d'introduir. També es comentarà quines són les dades extretes del servei SIRENA i com seran tractades.

7.1 Certificacions mitjançant CE3X

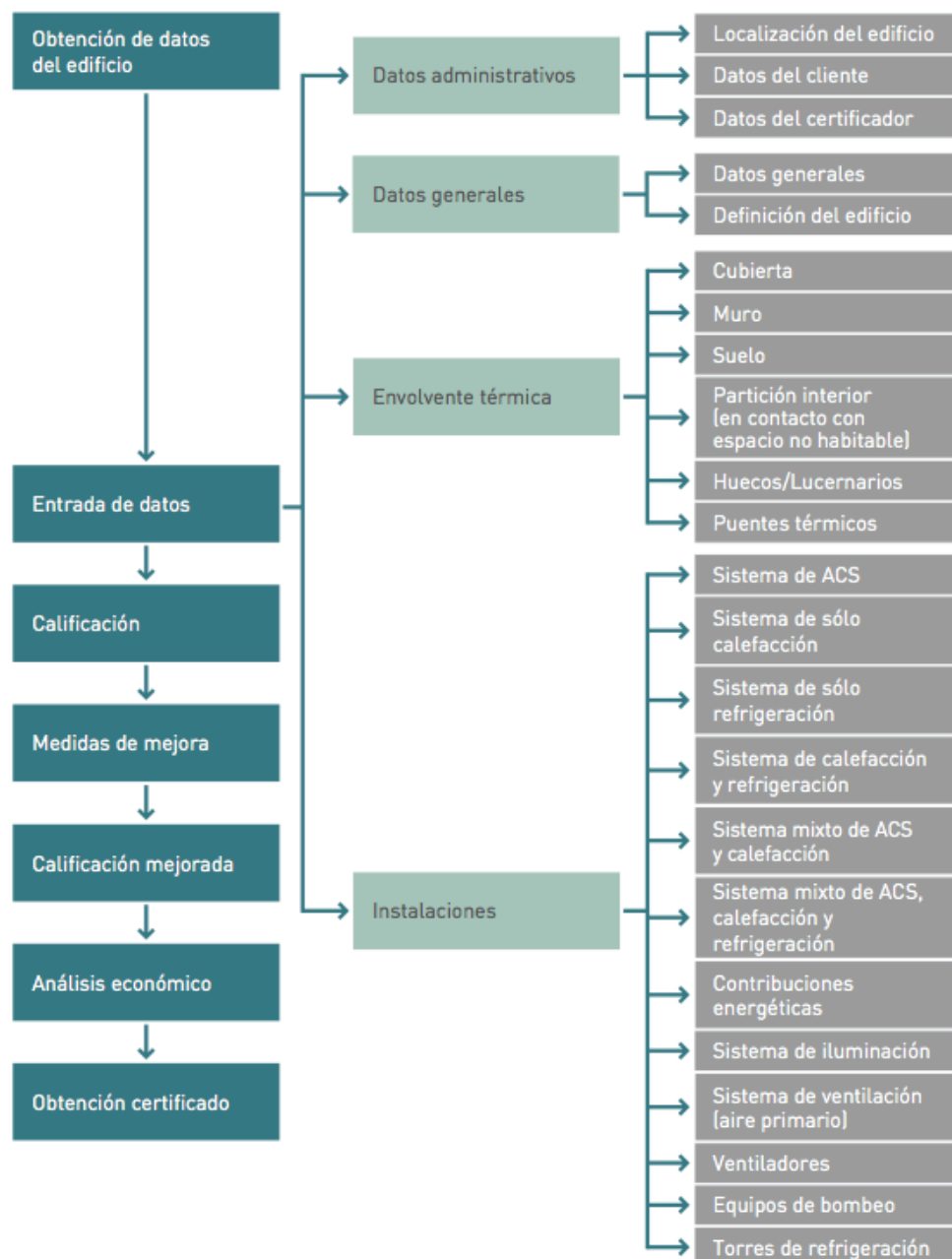


Figura 5. Procediment per obtenir la qualificació energètica mitjançant CE3X. Font [7].

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa
CE3X és un software que dóna una qualificació energètica de l'edifici després d'introduir les dades necessàries per descriure la construcció. La metodologia aplicada per a la obtenció d'aquesta certificació pot ser dividida en tres etapes: recollida de dades, introducció de dades i obtenció de la certificació energètica. L'estructura d'aquest procediment es pot observar en la figura 5. Cal comentar que l'obtenció i aplicació de mesures de millora de l'eficiència energètica no entrarà dins de l'abast d'aquest treball.

7.1.1 Obtenció de dades

Les dades han estat proporcionades pel servei d'obres i manteniment del Campus Terrassa, d'ara en endavant SOMT. En aquesta fase s'ha recopilat tota la informació necessària per a descriure l'edifici. Això inclou tota la geometria de l'envolupant tèrmica de l'edifici, dades generals de l'edifici i les especificacions de les instal·lacions que cobreixen la demanda energètica de la construcció. Més endavant s'entrarà en més detall de quines són totes aquestes dades requerides per a certificació. Aquestes dades han estat extretes de diverses fonts:

- Plànols: Proporcionats pel SOMT en format CAD, han estat utilitzats per descriure la geometria de la envolupant tèrmica, així com per obtenir informació requerida a les dades generals com la superfície habitable total de l'edifici.
- Projecte constructiu: També proporcionat pel SOMT, ha estat utilitzat per a saber totes les especificacions de les instal·lacions, així com per conèixer quins han estat els materials utilitzats en la construcció.
- Visites a l'edifici: Aquestes s'han fet per recollir dades de geometries no visibles en els plànols proporcionats, així com per obtenir imatges utilitzades en la memòria del projecte.

7.1.2 Introducció de dades

En aquest apartat es descriurà el procés des de l'inici del programa CE3X fins a l'obtenció de la certificació. També es descriuran detalladament les dades a introduir en el programa.

La metodologia aplicada en aquest apartat ve donada pel mateix programa. L'ordre seguit ha estat el que el programa demana, començant per dades administratives, dades generals, envolupant tèrmica i finalment introducció de les instal·lacions.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Certificació energètica simplificada d'edificis existents

Tipus d'edifici

Residencial

Petit terciari

Gran terciari

Figura 6. Finestra d'inicialització de CE3X.

A l'obrir el programa s'obre una finestra d'inicialització com la de la figura 6 que ens demana quina és la utilització de l'edifici. Després de triar entre residencial, petit i gran terciari el programa s'obre i es comencen a introduir totes les dades de l'immoble.

7.1.2.1 Dades administratives

La primera pestanya del programa correspon a la de la introducció de les dades administratives, com es pot veure a la figura 7. Aquí es recullen dades de la localització i identificació de l'edifici, del client i del tècnic certificador. Aquestes dades són dades generals de l'edifici que no influeixen en la qualificació final.

- Localització i identificació de l'edifici: Aquí es demana el nom de l'edifici, així com la seva localització i la seva referència cadastral.
- Dades del client: En aquesta part s'introdueixen les dades del client que ha demanat la certificació i la raó d'aquesta. Una part d'aquest apartat s'ha deixat en blanc al no tractar-se d'una certificació a petició de cap client.
- Dades del tècnic certificador: De manera semblant a l'apartat immediatament superior, gran part d'aquest apartat també s'ha deixat en blanc ja que no existeix estrictament un tècnic certificador de l'edifici.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Dades administratives	Dades generals	Envolupant tèrmica	Instal·lacions
Localització i identificació de l'edifici			
Nom de l'edifici <input type="text"/>			
Adreça <input type="text"/>			
Província <input type="text"/>	Municipi <input type="text"/>	Codi Postal <input type="text"/>	
Referència cadastral <input type="text"/>			
Dades del client			
Nom o raó social <input type="text"/>			
Adreça <input type="text"/>			
Província <input type="text"/>	Municipi <input type="text"/>	Codi Postal <input type="text"/>	
Telèfon <input type="text"/>	E-mail <input type="text"/>		
Dades del tècnic certificador			
Nom i cognoms <input type="text"/>		NIF <input type="text"/>	
Raó Social <input type="text"/>		CIF <input type="text"/>	
Adreça <input type="text"/>			
Província <input type="text"/>	Municipi <input type="text"/>	Codi Postal <input type="text"/>	
Telèfon <input type="text"/>	E-mail <input type="text"/>		
Titulació habilitant segons normativa vigent <input type="text"/>			

Figura 7. Pestanya d'introducció de dades administratives a CE3X.

Totes aquestes dades seran introduïdes sense diferències tant a la certificació simplificada com a la exhaustiva.

7.1.2.2 Dades generals

Les dades generals són aquelles imprescindibles per a la certificació de qualsevol construcció i que influiran de forma decisiva en la qualificació finalment obtinguda. Tal i com es pot veure a la figura 8, estan dividits en dos grups:

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Dades administratives	Dades generals	Envoltant tèrmica	Instal·lacions
Dades generals			
Normativa vigent	<input type="text"/> ?	Any construït	<input type="text"/>
Tipus d'edifici	<input type="text"/>	Perfil d'ús	<input type="text"/>
Província/Ciutat autònoma	<input type="text"/>	Municipi	<input type="text"/>
		Zona climàtica	HE-1 <input type="text"/> HE-4 / HE-5 <input type="text"/>
Definició edifici			
Superfície útil habitable	<input type="text"/> m ²		
Altura lliure de planta	<input type="text"/> 2.7 m		
Nombre de plantes habitables	<input type="text"/>		
Consum total diari d'ACS	<input type="text"/> 0 l/dia		
Massa de les particions	<input type="text"/> Mitja		
<input type="checkbox"/> S'ha assajat l'estanqueïtat de l'edifici			
		<input type="button" value="Imatge de l'edifici"/>	<input type="button" value="Plànol de situació"/>

Figura 8. Pestanya d'introducció de dades generals a CE3X.

- Dades generals: Determinen diversos paràmetres de l'edifici segons la normativa vigent l'any de construcció. Entre elles es troben:
 - Normativa vigent: Normativa segons l'any de construcció de l'edifici.
 - Tipus d'edifici: S'especifica si l'estudi es realitza sobre un edifici sencer o només sobre una part d'aquest.
 - Perfil d'ús: Es diferencia entre intensitat d'ús baixa, mitja i alta. També s'especifiquen les hores de funcionament de l'edifici.
 - Província y localitat: S'introdueix la direcció de l'edifici, que servirà per determinar la zona climàtica en la que està situat.
 - Zona climàtica: Queda introduïda per defecte al posar la localització de l'edifici si aquesta es troba en el llistat que proporciona CE3X. Sinó haurà de ser introduïda manualment.
- Definició de l'edifici: Dades imprescindibles per a qualificar energèticament l'edifici. Entre aquestes es troben la superfície útil habitable, l'altura lliure de planta, el número de plantes habitables, el consum total diari d'aigua calenta sanitària i si s'ha assajat l'estanqueïtat de l'edifici.

Totes aquestes dades seran introduïdes sense diferències tant a la certificació simplificada com a la exhaustiva.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

7.1.2.3 Envolupant tèrmica

Aquí s'introduiran tots els tancaments que delimiten l'espai habitable de l'edifici.

Existeixen diversos tipus de tancaments a tenir en compte, descrits a la figura 9.

En la pestanya de l'envolupant tèrmica es dona la possibilitat de dividir l'edifici en

zones per a facilitar la introducció d'aquesta.

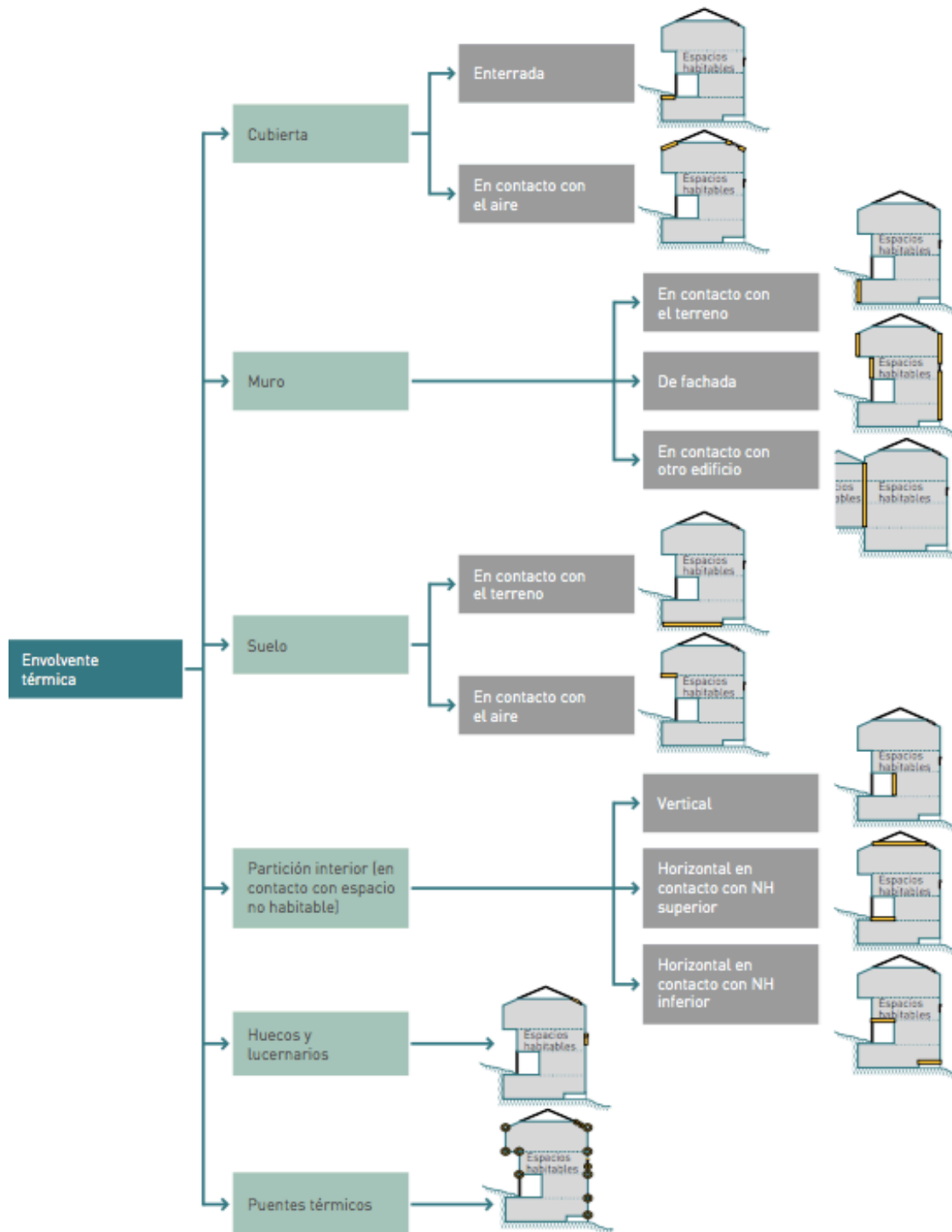


Figura 9. Tipus de tancaments que defineixen la envolupant tèrmica a CE3X. Font[7].

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Un dels paràmetres més importants dels tancaments és la seva transmitància tèrmica. El programa dóna tres opcions per definir-la:

- Valor per defecte: El programa assigna el valor corresponen a la normativa vigent de l'any de construcció de l'edifici.
- Valor estimat: El programa sol·licita dades com el tancament del material i estima un valor a partir d'aquestes.
- Valor conegut: S'introduirà directament el valor de la transmitància i de la massa o s'introduiran els materials utilitzats en la construcció i el programa obtindrà automàticament aquests valors.

Per a la certificació simplificada s'han utilitzat valors per defecte. Els valors estimats o coneguts s'han utilitzat per a la certificació exhaustiva.

7.1.2.3.1 Definició de tancaments

7.1.2.3.1.1 Cobertes

Es definiran com cobertes tots aquells tancament horitzontals que limitin amb l'exterior per la part superior. Poden ser diferenciades entre enterrades i en contacte amb l'aire. Per a ambdues es demanarà el nom, la zona a la que pertanyen, la seva geometria i les propietats tèrmiques d'acord a com s'ha especificat anteriorment. Per a cobertes en contacte amb l'aire podem definir també patrons d'ombra.

7.1.2.3.1.2 Murs

Són murs tots els tancaments verticals que limiten amb l'exterior de l'edifici. Poden ser en contacte amb el terreny, de façana o de mitgera. Per a tots es demanarà el nom, la zona a la que pertanyen, la seva geometria i les propietats tèrmiques. Per als de façana també s'introduirà la orientació i els patrons d'ombra. No s'han utilitzat murs de mitgera al tractar-se d'un edifici complet.

7.1.2.3.1.2 Sòls

Els sòls són els tancaments verticals que limiten amb l'exterior de l'edifici per la part inferior. Poden ser en contacte amb el terreny i en contacte amb l'aire. Per als dos es demanen el mateixos paràmetres que per a les cobertes. Es demana la profunditat per als que tenen contacte amb el terreny.

7.1.2.3.1.3 Particions interiors en contacte amb espai no habitable

Són particions que limiten espais climatitzats de l'edifici, inclosos a la certificació, amb espais de l'edifici no climatitzats, que es consideren espais exteriors al introduir la envoltant tèrmica. El programa demanarà la geometria de la

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa partició, el nom, la zona i les propietats tèrmiques. També s'ha d'introduir l'ús de l'espai no habitable.

7.1.2.3.1.4 Buits i lluernes

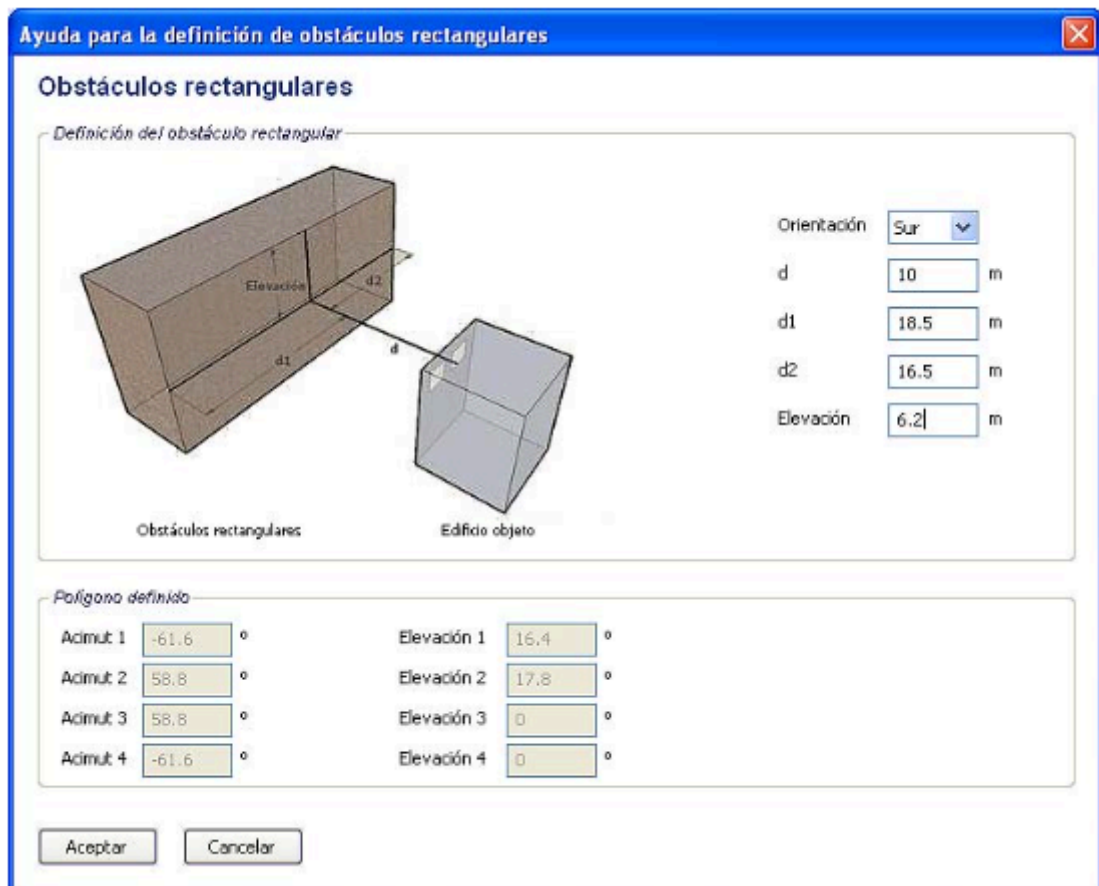
Es definiran totes les finestres que es troben en els murs i les cobertes. Per a tenir-los totalment definits es demana el nom, el tancament associat, la geometria, les propietats tèrmiques i una sèrie de característiques que seran descrites en detall més endavant.

7.1.2.3.1.5 Ponts tèrmics

S'utilitzaran els ponts tèrmics definits per defecte al programa.

7.1.2.3.1.6 Definició de patrons d'ombra

Es definiran els obstacles que facin ombra sobre els murs o cobertes que en tinguin. Aquests es definiran utilitzant l'eina de patrons simplificats, que demana definir la geometria del obstacle que fa ombra com es pot veure a la figura 10.



Ayuda para la definición de obstáculos rectangulares

Obstáculos rectangulares

Definición del obstáculo rectangular

Obstáculos rectangulares

Edificio objeto

Orientación: Sur

d: 10 m

d1: 18.5 m

d2: 16.5 m

Elevación: 6.2 m

Polígono definido

Acimut	Elevación
Acimut 1: -61.6°	Elevación 1: 16.4°
Acimut 2: 58.8°	Elevación 2: 17.8°
Acimut 3: 58.8°	Elevación 3: 0°
Acimut 4: -61.6°	Elevación 4: 0°

Aceptar Cancelar

Figura 10. Finestra d'introducció de patrons d'ombra pel mètode simplificat. Font [7].

S'haurà d'introduir la distància de l'obstacle que fa ombra (d), la seva amplada (mitjançant d1 i d2), la seva altura (h) i la orientació d'aquest objecte respecte la superfície a la qual fa ombra, o dit d'altra manera la orientació de la recta que

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa uneix el punt mig de l'edifici objecte amb l'obstacle passant perpendicularment a l'obstacle i en direcció a aquest.

Els patrons d'ombra només seran aplicats en la qualificació de l'edifici de la certificació exhaustiva.

7.1.2.4 Instal·lacions

En aquesta última pestanya es definiran les instal·lacions amb les seves especificacions bàsiques. Existeixen els següents tipus d'instal·lacions, tal com es pot veure a la figura 11.

- Equip d'ACS.
- Equip de només calefacció.
- Equip de només refrigeració.
- Equip de calefacció i refrigeració.
- Equip mixt de calefacció i ACS.
- Equip mixt de calefacció, refrigeració i ACS.
- Contribucions energètiques.
- Equips d'enllumenat.
- Equips d'aire primari.
- Ventilador.
- Equips de bombeig.
- Torres de refrigeració.

Per tots ells s'introduirà el nom i la zona que cobreixen.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Figura 11. Pestanya d'introducció d'instal·lacions a CE3X. A dalt, els tipus d'instal·lacions que poden ser introduïts. A baix, introducció de dades d'equip d'aigua calenta sanitària (ACS).

Segons el tipus d'instal·lació s'especificaran diferents característiques. Aquestes seran descrites en més detall posteriorment, quan es defineixin les instal·lacions que es troben a l'edifici TR12.

Les instal·lacions i les seves característiques seran descrites de la mateixa manera a ambdues certificacions.

7.1.3 Obtenció de la certificació energètica

Finalment, després d'introduir totes les dades, el programa genera un informe amb la descripció de l'edifici, els consums estimats i la qualificació energètica obtinguda.

7.2 Certificacions mitjançant consums reals

Aprofitant que els consums de tots els edificis de la UPC estan monitoritzats per a saber el seu consum d'energia, es farà una certificació utilitzant aquests consums. Amb això es vol saber si és possible aconseguir una qualificació de l'edifici sense passar pel llarg procés utilitzant CE3X si ja est tenen els consums de l'edifici. La metodologia aplicada es descriurà a continuació.

7.2.1 Obtenció de dades

Les dades dels consums reals de l'edifici en qüestió es descarregaran del servei SIRENA de la UPC, disponible a sirenaupc.dexcell.com. Aquest dóna les dades

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa de consum elèctric de l'edifici del període escollit cada hora, dia, setmana o més. Es consideraran dades dels últims 5 anys i s'agafaran dades mensuals de l'edifici. Per a fer la comparació serà necessari tractar aquestes dades d'acord a com es descriurà a continuació. Cal destacar que les dades obtingudes del servei SIRENA corresponen a l'energia final de l'edifici.

7.2.2 Tractament de dades

Amb les dades de cinc anys es calcularan els consums mensuals mitjos de l'edifici per a cada més. Després, es podrà calcular el consum mig anual de l'edifici en aquests tres anys fent la suma dels mensuals. Per últim, sabent la superfície útil de l'edifici, es calcularà el consum mig per metre quadrat anual de l'edifici.

Ja que els valors donats per CE3X i els disponibles al servei SIRENA no corresponen a la mateixa magnitud, primer es procedirà a descriure els conceptes d'energia primària, energia final i demanda energètica o energia útil de l'edifici. Segons el *Código Técnico de la Edificación (CTE)*, aquests conceptes es defineixen de la següent manera:

- Energia primària: Energia subministrada a l'edifici procedent de fonts renovables i no renovables, que no ha passat per cap procés previ de conversió o transformació. Es l'energia continguda en les fonts d'energia i inclou la energia necessària per generar l'energia final consumida, incloent les pèrdues pel seu transport fins l'edifici, emmagatzematge i altres.
- Energia final: Energia tal i com s'utilitza el els punts de consum. Es la comprada pels consumidors, en forma d'electricitat, carburants o altres combustibles usats de forma directa.
- Demanda energètica: Energia útil necessària que haurien de proporcionar els sistemes tècnics per a mantenir en l'interior de l'edifici unes condicions definides reglamentàriament. Pot ésser dividida en demanda energètica de calefacció, de refrigeració, d'aigua calenta sanitària i d'il·luminació. S'expressa en $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{any}$, considerada la superfície útil de tots els espais habitables de l'edifici.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa



Figura 12. Procés de transformació de l'energia. Font [13].

Com ja s'ha comentat, el SIRENA dona les dades d'energia final. Com les certificacions fetes amb CE3X donen l'energia primària consumida i l'energia útil de calefacció i refrigeració, les dades hauran de ser tractades per a poder ser comparades posteriorment. Com se vol comparar el consum total d'energia de l'edifici, i aquest es donat per CE3X en forma d'energia primària, les dades dels consums reals hauran de ser transformades a energia primària. Aquest procés es durà a terme d'acord a el document *Escala de calificación energética para edificios existentes*, redactat per AICIA-Grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Sevilla per a l'IDAE. En aquest es donen els factors de conversió d'energia final a energia primària.

Electricitat convencional peninsular	2,61 kWh energia primària/kWh energia final
Electricitat convencional extra-peninsular (Balears, Canàries, Ceuta i Melilla)	3,35 kWh energia primària/kWh energia final
Gasoil, fuel-oil i GLP	1,08 kWh energia primària/kWh energia final
Gas natural	1,01 kWh energia primària/kWh energia final
Carbó	1,00 kWh energia primària/kWh energia final

Taula 3. Factors de conversió d'energia final a energia primària. Font [5].

Com l'edifici només disposa de instal·lacions que utilitzen electricitat, es calcularà l'energia final multiplicant l'energia final pel factor de conversió d'electricitat convencional peninsular. D'aquesta manera es disposarà d'energia primària per a les tres certificacions i els valors podran ser comparats de manera apropiada.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

8. Certificació exhaustiva

En aquest apartat es descriuran totes les dades de l'edifici introduïdes al programa per a fer la certificació. Com s'ha comentat anteriorment, s'utilitzaran patrons d'ombra i valors estimats i coneguts.

8.1 Dades administratives

Les dades administratives de l'edifici són les que es mostren a la taula següent. Com ja s'ha comentat, la majoria de les dades del tècnic certificador i el client s'han deixat en blanc.

Localització i identificació de l'edifici					
Nom de l'edifici			Centre de la Imatge i la Tecnologia Multimèdia		
Adreça			Carrer de la Igualtat, 33		
Província	Barcelona	Municipi	Terrassa	Codi postal	08222
Referència cadastral			8318217DG1081B0002GI		

Taula 4. Dades administratives de l'edifici introduïdes a CE3X.

8.2 Dades generals

Les dades generals de l'edifici es mostren a la taula següent:

Dades generals			
Normativa vigent	NBE-CT-79	Any de construcció	2002
Tipus d'edifici	Edifici complet	Perfil d'us	Intensitat mitja – 12h
Província/Ciutat autònoma	Barcelona	Municipi	Terrassa

Taula 5. Dades generals de l'edifici introduïdes a CE3X.

Cal comentar en aquest apartat que la normativa vigent es escollida pel programa en funció de l'any en que l'edifici va ser construït. La zona climàtica es posa per defecte al programa una vegada introduïdes la província i el municipi.

Pel que fa a les dades de definició de l'edifici, es mostren a continuació:

Definició de l'edifici	
Superfície útil habitable	2418,44 m ²
Altura lliure de planta	2,7 m
Nombre de plantes habitables	4
Consum total diari d'ACS	0 l/dia
Massa de les particions	Mitja

Taula 6. Dades de definició de l'edifici introduïdes a CE3X.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa
La superfície, l'altura i el nombre de plantes han estat extretes dels plànols de l'edifici proporcionats per el SOMT. La massa de les particions s'ha suposat mitja al no ser coneguda, i s'han estimat els litres d'aigua calenta sanitària com 0 al no disposar l'edifici de serveis com dutxes que en poguessin fer ús. També cal destacar que no s'ha assajat l'estanqueïtat de l'edifici, per tant no s'ha marcat la casella corresponent.

8.3 Envolupant tèrmica

Pel que fa a la envolupant tèrmica, l'edifici ha estat dividit en tres zones diferents per a facilitar la introducció dels tancaments que componen tota la envolupant de l'edifici, tal com es pot veure a la següent figura:

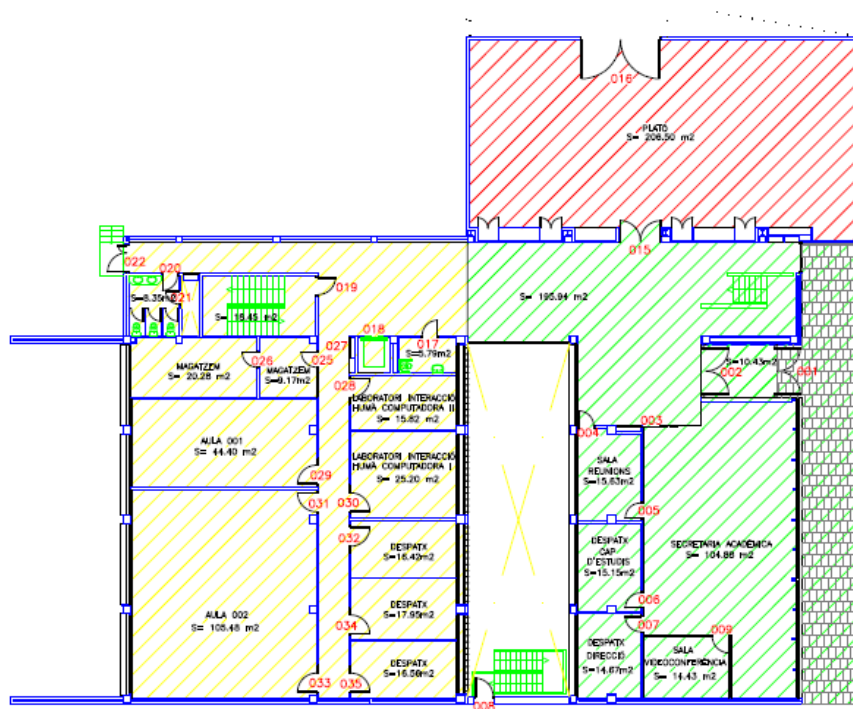


Figura 13. Plànol de la planta baixa de l'edifici. Zones utilitzades en la introducció de la envolupant tèrmica.

Nom	Color	Superfície
Zona 1	Vermell	206,5 m ²
Zona 2	Verd	652,34 m ²
Zona 3	Groc	1559,6 m ²

Taula 7. Zones utilitzades en la introducció de la envolupant tèrmica.

Les superfícies corresponen a la suma de les superfícies habitables dels pisos que es troben a la zona corresponent. Així, la zona 1 està formada per l'espai dedicat al plató, d'una sola planta. La zona 2 està formada per la part de l'edifici que té dues plantes, incloent planta baixa i soterrani. Per última la zona 3 és la

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa més gran de l'edifici, i es compona de la part que té 4 plantes habitables, incloent planta baixa i soterrani. Aquesta última zona és on es situen les instal·lacions de l'edifici, que estan en les dues plantes superiors d'aquesta part, considerades com no habitables, de manera que aquesta zona té en realitat 6 plantes construïdes.

8.3.1 Sòls, cobertes i murs

En aquest apartat es procedirà a la descripció de sòls, cobertes i murs que componen l'edifici utilitzant imatges extretes dels plànols proporcionats per el SOMT.

8.3.1.1 Sòls

Hi haurà un sòl per a cada zona, el de la 1 situat a la planta baixa i els de les altres dues situats al soterrani.

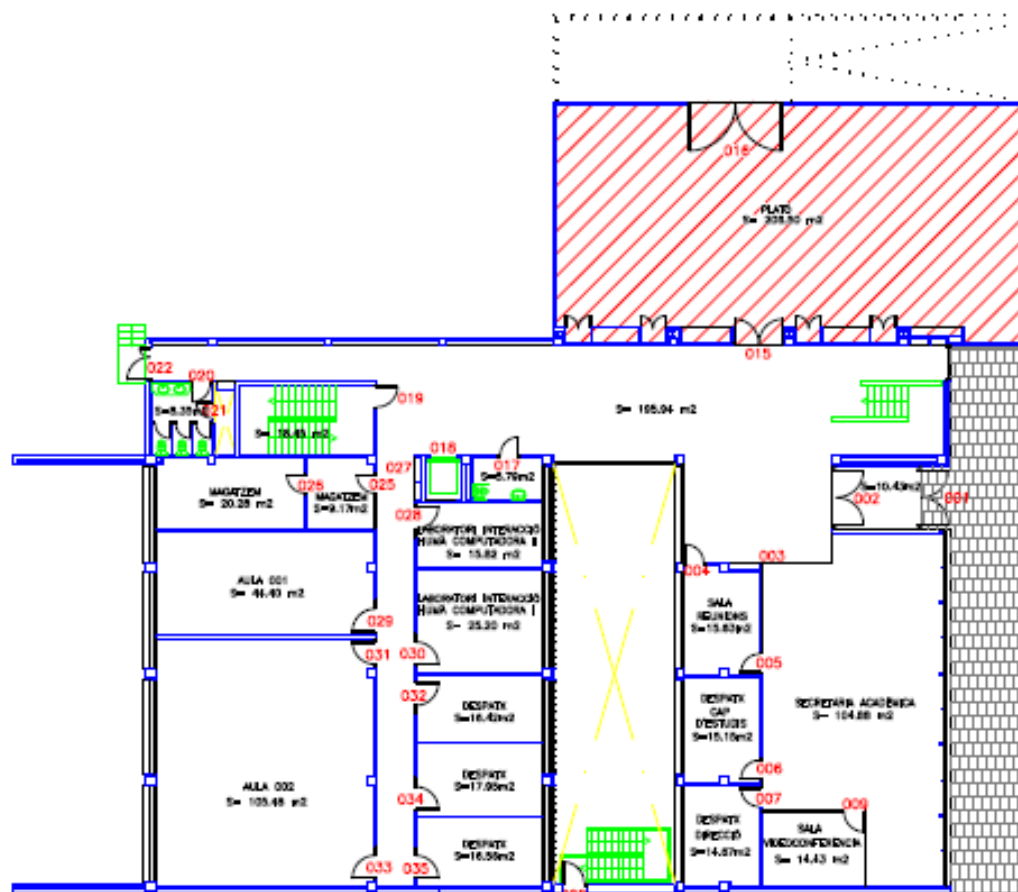


Figura 14. Plànol de la planta baixa de l'edifici. Sòls d'aquesta planta introduïts a CE3X.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

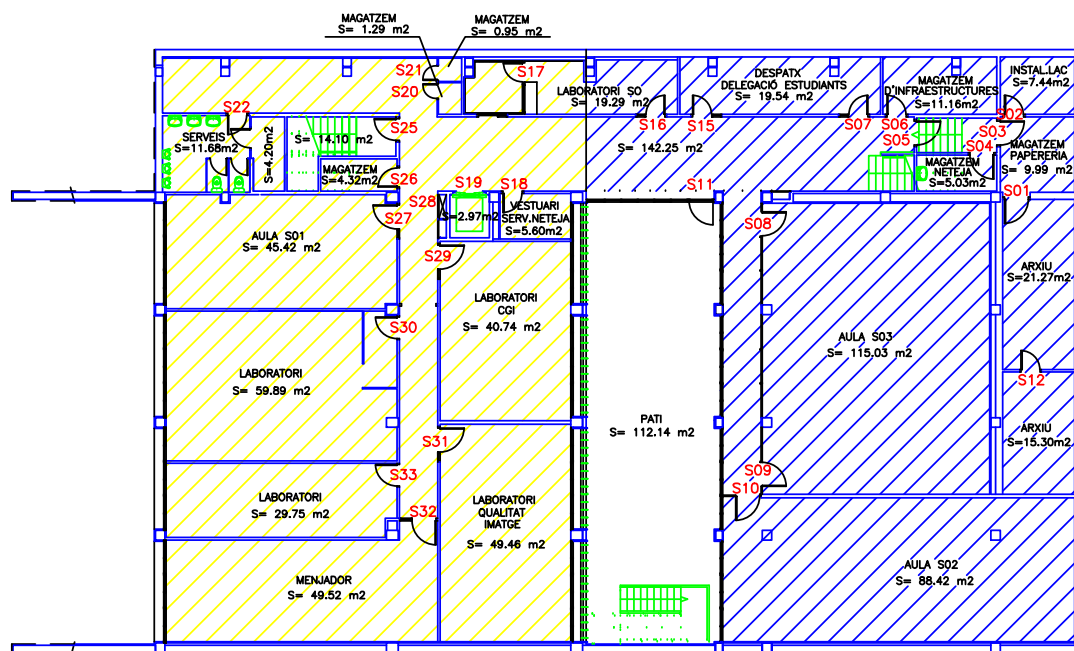


Figura 15. Plànol del soterrani de l'edifici. Sòls d'aquesta planta introduïts a CE3X.

Nom	Color	Orientació/Contacte	Superfície [m ²]
Terra 1.1	Vermell	Terreny	215,72
Terra 2.1	Blau	Terreny	395,73
Terra 3.1	Groc	Terreny	426,09

Taula 8. Sòls de l'edifici introduïts a CE3X.

8.3.1.2 Cobertes

Existeixen quatre tancaments que limiten amb l'exterior de l'edifici per la part superior, un per a cada zona, amb una petita singularitat a la zona 3. Com ja s'ha comentat, aquesta té dues plantes no habitables a la part superior, per tant la part que limita amb aquestes dues plantes es considera com a partició interior horitzontal amb espai no habitable.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

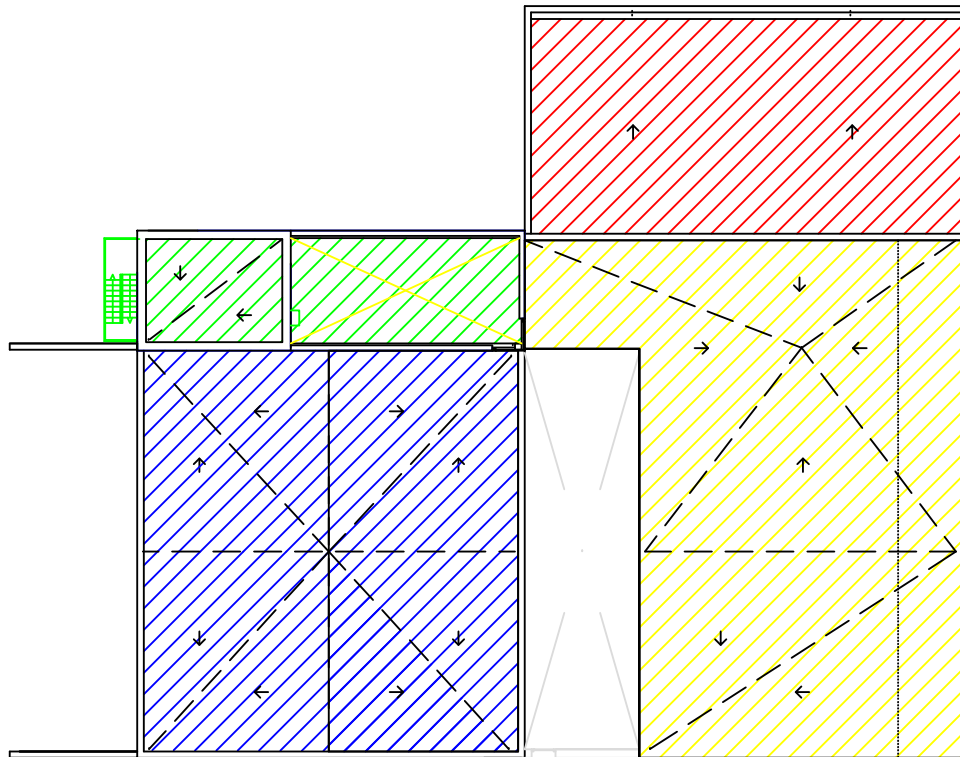


Figura 16. Plànol de la coberta de l'edifici. Cobertes introduïdes a CE3X.

Nom	Color	Orientació/Contacte	Superfície [m ²]
Coberta 1.1	Vermell	Aire	215,72
Coberta 2.1	Groc	Aire	390,0
Coberta 3.1	Blau	Aire	236,39
Part interior 3.1	Verd	-	100,03

Taula 9. Cobertes introduïdes a CE3X.

8.3.1.3 Murs

Es procedirà a la descripció dels murs utilitzant els plànols de l'edifici corresponents a les façanes nord, sud, est i oest per als murs en contacte amb l'aire. Per als murs en contacte amb el terreny, que estan al soterrani i no es veuen en aquestes imatges s'utilitzarà el plànol del soterrani.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Façana nord

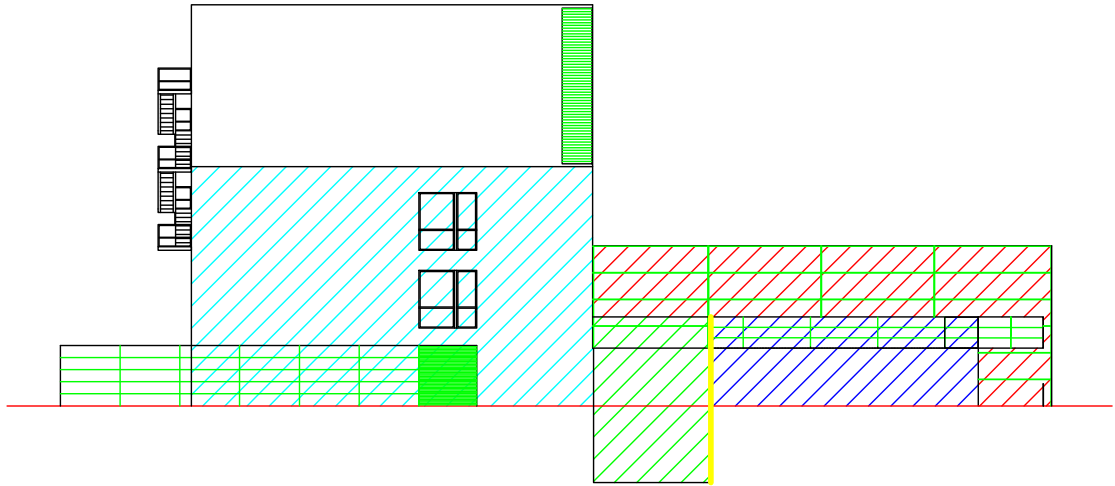


Figura 17. Plànol de la façana nord de l'edifici. Murs d'aquesta façana introduïts a CE3X.

Nom	Color	Orientació/Contacte	Superfície [m ²]
Mur 1.1	Vermell	Nord	82,39
Mur 2.1	Blau fort	Nord	42,22
Mur 2.3	Verd	Nord	40,61
Mur 2.4	Groc	Est	137,13
Mur 3.3	Blau clar	Nord	194,91

Taula 10. Murs de la façana nord introduïts a CE3X.

Com es pot veure, els murs 2.3 i 2.4 tenen el límit inferior al soterrani, per això veiem a la figura que baixen per sota del nivell del terra.

Façana sud

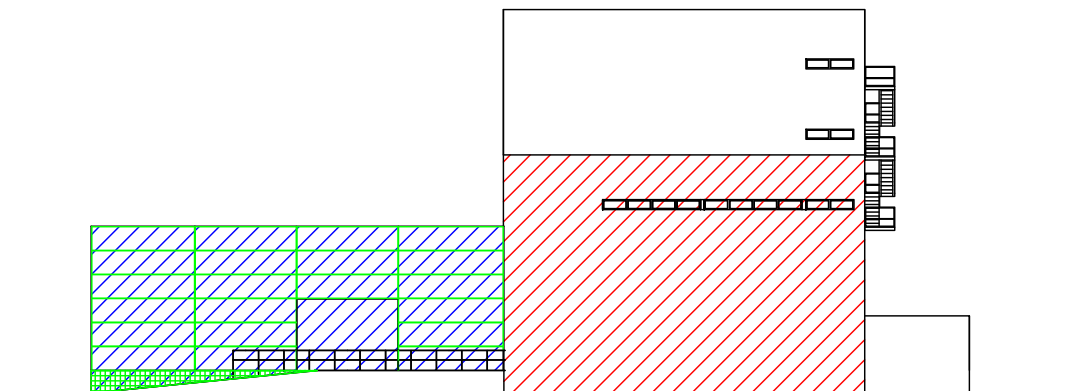


Figura 18. Plànol de la façana sud de l'edifici. Murs d'aquesta façana introduïts a CE3X.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Nom	Color	Orientació/Contacte	Superfície [m ²]
Mur 1.2	Blau	Sud	155,14
Mur 3.2	Vermell	Sud	214,84

Taula 11. Murs de la façana sud introduïts a CE3X.

Façana est

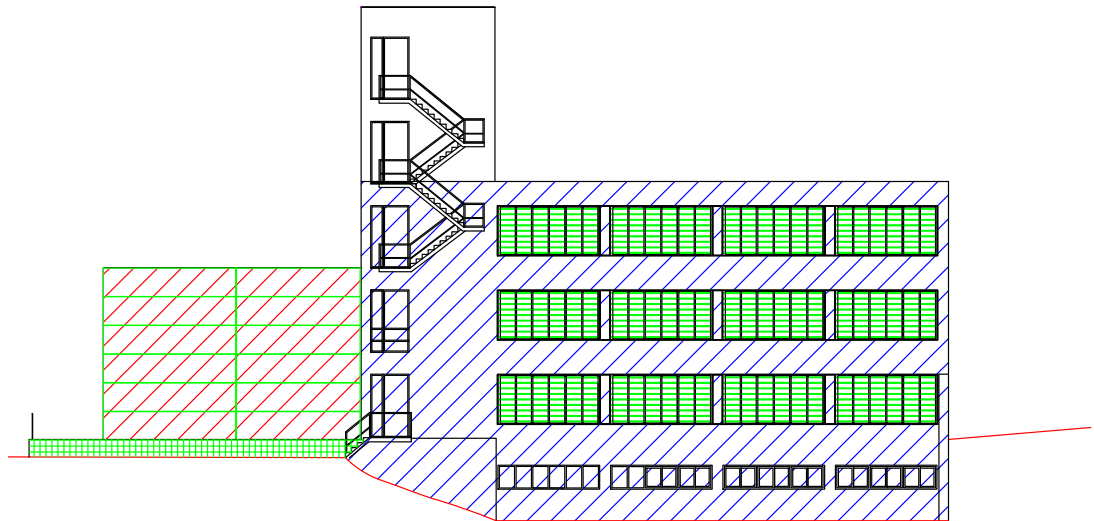


Figura 19. Plànol de la façana est de l'edifici. Murs d'aquesta façana introduïts a CE3X.

Nom	Color	Orientació/Contacte	Superfície [m ²]
Mur 1.4	Vermell	Est	77,22
Mur 3.1	Blau	Est	342,53

Taula 12. Murs de la façana est introduïts a CE3X.

Façana oest

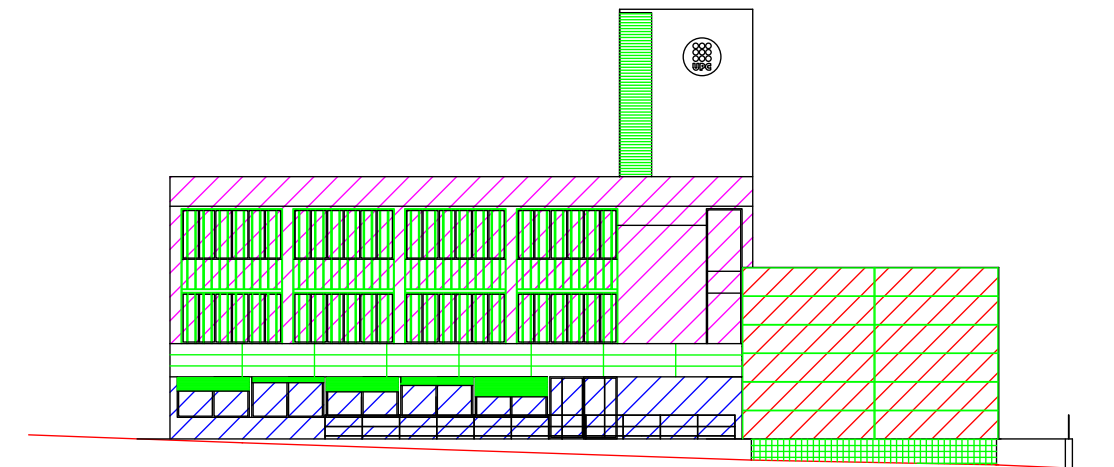


Figura 20. Plànol de la façana oest de l'edifici. Murs d'aquesta façana introduïts a CE3X.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Nom	Color	Orientació/Contacte	Superfície [m²]
Mur 1.3	Vermell	Oest	77,50
Mur 2.2	Blau	Oest	62,53
Mur 3.4	Magenta	Oest	310,67

Taula 13. Murs de la façana oest introduïts CE3X.

Cal comentar en aquesta façana que el mur 3.4 té el límit inferior a la planta soterrani, per tant és més gran del que es veu a la figura.

Sotterrani

Com a l'edifici hi ha un soterrani que no es veu a les vistes de les façanes, les parets d'aquest que estan en contacte amb el terreny es descriuran utilitzant la planta d'aquest soterrani.

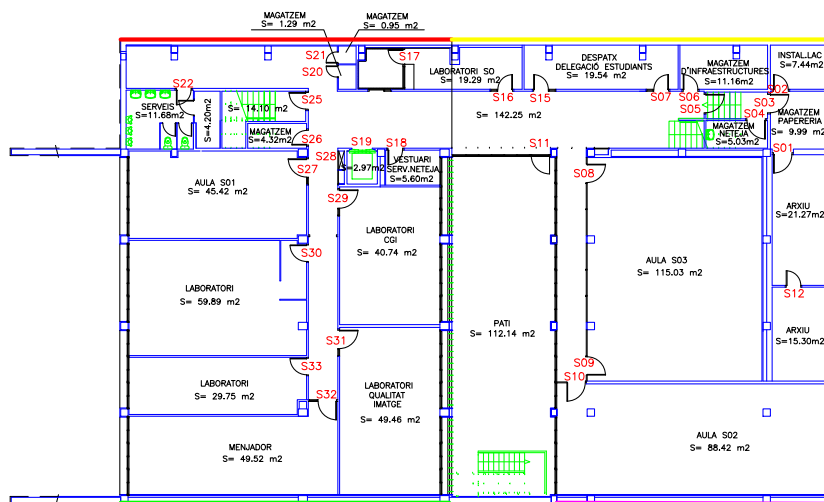


Figura 21. Plànol del soterrani de l'edifici. Murs en contacte amb el terreny d'aquesta planta introduïts a CE3X.

Nom	Color	Orientació/Contacte	Superfície [m²]
Mur 2.5	Groc	Terreny	3,45x20,4
Mur 2.6	Blau clar	Terreny	3,45x34,4
Mur 2.7	Magenta	Terreny	3,45x14,7
Mur 3.5	Verd	Terreny	3,45x17
Mur 3.6	Vermell	Terreny	3,45x17

Taula 14. Murs en contacte amb el terreny introduïts a CE3X.

8.3.2 Llibreria tancaments

Al introduir tots aquests tancaments, el programa demana la superfície d'aquests i la seva orientació en cas que estiguin en contacte amb l'aire. Després, per obtenir el valor de la transmitància tèrmica, com ja s'ha comentat, s'utilitzaran valors coneguts. Al no tenir disponible en el projecte constructiu la massa dels tancaments, s'ha utilitzat la llibreria de tancaments per definir els materials

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa utilitzats en els murs i cobertes. Per a tancaments en contacte amb el terreny s'han utilitzat valors per defecte.

Segons el projecte constructiu de l'edifici tres tipus diferents de tancaments s'han utilitzat durant la construcció: un per a tots els murs anomenat mur exterior, un per a la coberta del plató (numerada com coberta 1.1) i un altre per a la resta de les cobertes anomenat coberta general. Seguidament es procedeix a descriure'ls tal com apareixen al projecte constructiu. En tots els casos els materials estan ordenats de més exterior a més interior i s'ha fet de la mateixa manera a CE3X.

Coberta general		
Espessor [m]	Material	Landa [W/m °C]
	Aire exterior flux ascendent	
0,3	Grava	0,81
0,005	Làmines bituminoses	0,19
0,1	Formigó cel·lular amb àrid silicis 1000	0,67
0,04	Roofmate	0,026
0,25	Formigó armat (normal)	1,63
0,4	Càmera aire flux ascendent fins 150 mm	
0,02	Pladur	0,186
	Aire interior flux ascendent	

Taula 15. Materials utilitzat en l'edifici per la coberta general.

Coberta plató		
Espessor [m]	Material	Landa [W/m °C]
	Aire exterior flux ascendent	
0,1	Plafó Sandwich amb poliuretà	0,033
	Aire interior flux ascendent	

Taula 16. Material utilitzats en l'edifici per la coberta plató.

Mur exterior		
Espessor [m]	Material	Landa [W/m °C]
	Aire exterior flux ascendent	
0,15	Fàbrica de maó calat	0,76
0,04	Càmera aire flux horitzontal fins 50 mm	
0,03	Poliestirè extrusionat	0,033
0,05	Fàbrica de maó foradat	0,49
0,015	Lliscat de guix	0,3
	Aire interior flux ascendent	

Taula 17. Materials utilitzats en l'edifici pel mur exterior.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa
Així s'han creat aquests tancaments i s'ha introduït a cada tancament de la
envolupant tèrmica els seus materials corresponents. De manera que la
envolupant tèrmica queda de la manera següent:

Nom	Orientació/Contacte	Superfície [m ²]	Tancament associat
Terra 1.1	Terreny	215,72	Per defecte
Coberta 1.1	Aire	215,72	Coberta plató
Mur 1.1	Nord	82,39	Mur exterior
Mur 1.2	Sud	155,14	Mur exterior
Mur 1.3	Oest	77,5	Mur exterior
Mur 1.4	Est	77,22	Mur exterior
Terra 2.1	Terreny	395,73	Per defecte
Coberta 2.1	Aire	390,0	Coberta general
Mur 2.1	Nord	42,22	Mur exterior
Mur 2.2	Oest	62,53	Mur exterior
Mur 2.3	Nord	40,61	Mur exterior
Mur 2.4	Est	137,13	Mur exterior
Mur 2.5	Terreny	3,45x20,4	Per defecte
Mur 2.6	Terreny	3,45x34,4	Per defecte
Mur 2.7	Terreny	3,45x14,7	Per defecte
Terra 3.1	Terreny	426,09	Per defecte
Coberta 3.1	Aire	236,39	Coberta general
Part interior 3.1	Aire	100,03	Per defecte
Mur 3.1	Est	342,53	Mur exterior
Mur 3.2	Sud	214,84	Mur exterior
Mur 3.3	Nord	194,91	Mur exterior
Mur 3.4	Oest	310,67	Mur exterior
Mur 3.5	Terreny	3,45x17	Per defecte
Mur 3.6	Terreny	3,45x17	Per defecte

Taula 18. Tancaments de l'edifici introduïts a CE3X.

Cal destacar que alguns d'aquests tancaments tenen un patró d'ombra, aquests patrons seran descrits més endavant amb el tancament sobre el qual es projecta l'ombra.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

8.3.3 Buits i lluernes

En aquest apartat es descriuran les finestres i altres tipus de buits existents al CITM i s'explicarà com han estat introduïdes al programa i quins paràmetres han estat utilitzats en cada cas de forma detallada.

The screenshot shows the 'Envolupant tèrmica de l'edifici' tab in the CE3X software. The 'Buit/lluernari' section is active, showing a form to input window data. The 'Dimensions' section includes fields for length, height, multiplier, surface, and frame percentage. The 'Característiques' section includes fields for permeability, frame absorptivity, solar protection device, shadow pattern, and double window. The 'Paràmetres característics del buit' section includes fields for thermal properties and U-values.

Figura 22. Pestanya d'introducció de buits a CE3X.

A la figura 22 es mostra la pestanya per a introduir els buits a l'edifici. Primer es demana identificar el buit donant un nom i indicant quin és el tancament al que està associat. D'aquesta manera la orientació ja queda definida amb la que havia estat introduïda al tancament corresponent.

Després s'introdueixen les dimensions del buit: alçada, longitud i multiplicador en cas que n'hi hagi més d'un que siguin iguals. La superfície és calculada pel programa de manera automàtica i finalment s'introdueix el percentatge de marc de la finestra.

Pel que fa a les característiques, la permeabilitat del buit ha estat definida com a buit poc estanc en tots ja que el valor exacte no és conegut. La absorptivitat del marc s'ha determinat a partir del color dels marcs, que en el cas de l'edifici és per a tots ells gris mitjà. Els dispositius de protecció solar varien entre retranqueig, voladiu, lames horitzontals i verticals, tendals i lluernaris. Aquest s'han definit particularment per a cada buit de l'edifici. El patró d'ombres introduït serà el mateix que al tancament associat del buit. No es dona mai el cas de tenir doble finestra per tant aquesta casella no ha estat marcada en cap cas.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa
Pel que fa a les propietats tèrmiques, s'han utilitzat propietats estimades. Tots el vidres de l'edifici són dobles i el seu tipus de marc és metàl·lic sense ruptura de pont tèrmic, per tant aquesta part és comuna per a tots els buits.

Com a resum, les dades que són fixes per a tots ells són les següents:

Dades comunes a buits i lluernes		Permeabilitat del buit	Poc estanc
Propietats tèrmiques	Estimades	Absortivitat del marc	0.65
Tipus de vidre	Doble	Doble finestra	No
Tipus de marc	Metàl·lic sense RPT	Patró d'ombres	Tancament associat

Taula 19. Dades comunes per a tots els buits de l'edifici.

Ara es procedirà a descriure cada buit que s'ha introduït amb el seu tancament associat, dimensions (longitud, alçada, multiplicador), dispositiu de protecció solar i percentatge de marc:

Nom	Tancament	Dimensions	Dispositiu protecció	% marc
Buit m2.2.1	Mur 2.2	3,03x1,7x5	Voladiu i retranqueig	12
Buit m2.2.2	Mur 2.2	2,83x2,6x1	Voladiu i retranqueig	12
Buit m2.3	Mur 2.3	5,35x2,1x2	-	13
Buit m2.4	Mur 2.4	4,2x2,1x8	-	13
Buit m3.1.1	Mur 3.1	1,6x2,55x3	Retranqueig	11
Buit m3.1.2	Mur 3.1	4,25x1x4	Retranqueig	20
Buit m3.1.3	Mur 3.1	4,3x2,1x12	Retranqueig i lames horitzontals	16
Buit m3.2	Mur 3.2	2,4x0,5x7	Retranqueig	25
Buit m3.3	Mur 3.3	2,6x2,6x2	Retranqueig	15
Buit m3.4	Mur 3.4	4,2x2,1x16	Retranqueig i lames verticals	13

Taula 20. Buits introduïts a CE3X. Característiques individuals d'aquests.

Per a tots els dispositius de protecció solar que tenen els buits s'han mesurat i introduït a CE3X les seves dimensions utilitzant els plànols proporcionats per el SOMT.

8.3.4 Patrons d'ombra i ponts tèrmics

S'ha introduït diferents patrons d'ombra a l'edifici per a fer més real el comportament tèrmic d'aquest i així aconseguir uns resultats finals més semblants a la realitat. En aquest apartat es descriuran quins són els tancaments

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa sobre els que s'ha introduït patró d'ombra i quins són els obstacles que generen aquest patró. Els noms assignats als patrons d'ombra coincideixen en tots els casos amb el tancament sobre el qual es produeix el patró d'ombra.

Nom patró d'ombra	Obstacles
Mur 2.3	Mur 2.4, Mur 3.4
Mur 2.4	Mur 2.3, Mur 3.4
Mur 3.4	Mur 2.3, Mur 2.4
Mur 3.2	Mur 1.4
Coberta 2.1	Mur 3.4
Coberta 3.1	Obstacle 1

Taula 21. Patrons d'ombra introduïts a CE3X.

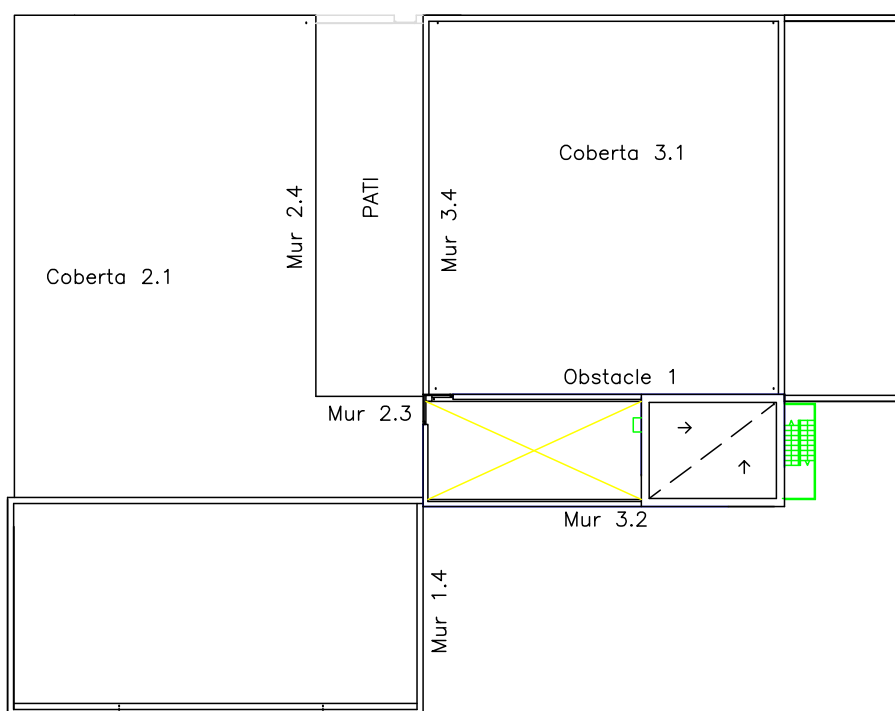


Figura 23. Plànol de la coberta de l'edifici.

Els ponts tèrmics han estat introduïts afegint automàticament els que vénen per defecte a CE3X, de manera que no s'ha introduït cap dada referent a l'edifici.

8.4 Instal·lacions

En aquest apartat es procedirà a descriure les instal·lacions existents a l'edifici donant totes les especificacions i característiques de l'equip necessàries a introduir a CE3X.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

8.4.1 Equip d'enllumenat

Les dades de l'equip d'enllumenat han estat extretes del document *Proyecto de adecuación de las instalaciones eléctricas antiguas y nuevas del edificio TR12 de la Universitat Politècnica de Catalunya de Terrassa* proporcionat pel SOMT.

Nom	Enllumenat 1	Zona	Zona 1
Superfície zona	206,5 m ²	Amb control de l'enllumenat (Superfície zona)	
Activitat		Aules i laboratoris	
Definir característiques		Conegut (Assajat/Justificat)	
Potència instal·lada		2800 W	
Luminància mitja horitzontal		500 Lux	

Taula 22. Característiques de l'equip d'enllumenat 1.

Nom	Enllumenat 2	Zona	Zona 2
Superfície zona	652,34 m ²	Amb control de l'enllumenat (Superfície zona)	
Activitat		Aules i laboratoris	
Definir característiques		Conegut (Assajat/Justificat)	
Potència instal·lada		19100 W	
Luminància mitja horitzontal		500 Lux	

Taula 23. Característiques de l'equip d'enllumenat 2.

Nom	Enllumenat 3	Zona	Zona 3
Superfície zona	1559,6 m ²	Amb control de l'enllumenat (Superfície zona)	
Activitat		Aules i laboratoris	
Definir característiques		Conegut (Assajat/Justificat)	
Potència instal·lada		41200 W	
Luminància mitja horitzontal		500 Lux	

Taula 24. Característiques de l'equip d'enllumenat 3.

S'ha dividit l'enllumenat en tres, de la mateixa manera que s'ha fet amb l'envolupant tèrmica de l'edifici, i s'ha calculat la potència per a cada zona.

8.4.2 Equip d'ACS

Les dades de l'equip d'ACS han estat proporcionades pel SOMT i són les següents:

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Nom	Termo	Zona	Edifici Objecte
Generador	Efecte Joule	Superfície (m ²)	2418,44
Combustible	Electricitat	Percentatge (%)	100
Rendiment estacional		Estimat segons instal·lació	
Antiguitat de l'equip		Més de 10 anys	
Rendiment nominal		100%	

Taula 25. Característiques de l'equip d'aigua calenta sanitària.

8.4.3 Equip de només calefacció

Les dades de l'equip de només calefacció han estat proporcionades pel SOMT i són les següents:

Nom	Caldera Roca CPA 250	Zona	Edifici Objecte
Generador	Caldera estàndard	Superfície (m ²)	2418,44
Combustible	Gas natural	Percentatge (%)	100
Rendiment estacional		Estimat segons instal·lació	
Potència nominal		300 KW	
Aïllament de la caldera		Bé aïllada i mantinguda	
Càrrega mitjana real β_{cmb}	0,2	Rendiment de combustió	85 %

Taula 26. Característiques de l'equip de només calefacció.



Figura 24. Imatge de l'equip de només calefacció (caldera Roca CPA 250) present a l'edifici estudiat.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

8.4.4 Equip de només refrigeració

Les dades de l'equip de només refrigeració han estat proporcionades pel SOMT i són les següents:

Nom	Refredadora IRSAP	Zona	Edifici Objecte
Generador	Màquina frigorífica	Superfície (m ²)	2418,44
Combustible	Electricitat	Percentatge (%)	100
Rendiment estacional		Estimat segons instal·lació	
Antiguitat de l'equip		Més de 10 anys	
Existeixen diversos generadors esglaonats?		No	
Rendiment nominal	150 %	Característiques bomba de	Aigua- Aigua

Taula 27. Característiques de l'equip de només refrigeració .



Figura 25. Imatge de l'equip de només refrigeració (refredadora IRSAP) present a l'edifici estudiat.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa



Figura 26. Imatge del quadre de característiques de la refredadora IRSAP present a l'edifici estudiat.

8.4.5 Equip d'aire primari

Les dades de l'equip d'aire primari han estat proporcionades pel SOMT i són les següents:

Nom	Climatitzador Servo Clima CTA 17	Zona	
Cabdal de ventilació	20700 m ³ /h	Rendiment estacional	100 %
Té recuperador de calor?	Si		

Taula 28. Característiques de l'equip d'aire primari.

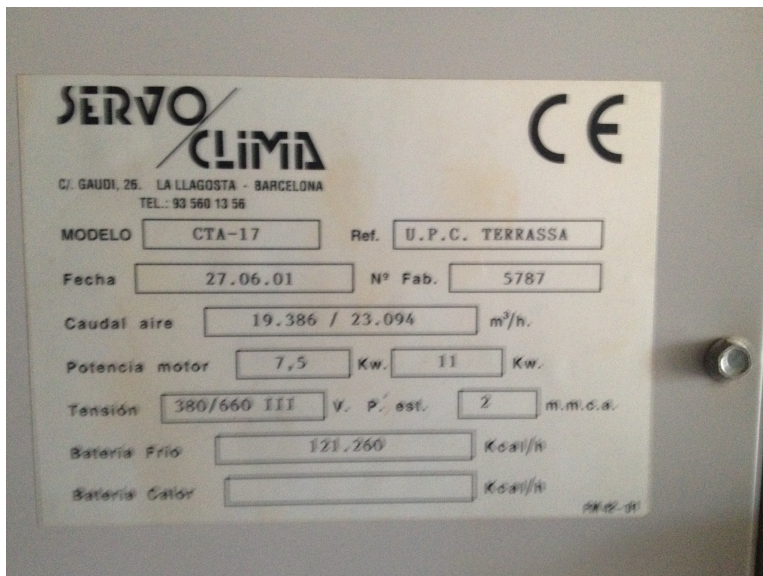


Figura 27. Imatge del quadre de característiques del climatitzador Servo Clima CTA 17 present a l'edifici estudiat.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

8.4.6 Ventiladors

Existeixen ventiladors per a la calefacció i per a la refrigeració. Les dades de ambdós són les mateixes excepte el servei i han estat proporcionades també pel SOMT.

Nom	Fancoil	Zona	Edifici Objecte
Tipus		Ventilador de cabal constant	
Servei		Calefacció/Refrigeració	
Potència elèctrica	11844 kW	Consum energètic	Estimat
Nombre d'hores	1000 H		

Taula 29. Característiques dels ventiladors.

Cal destacar que a CE3X s'ha introduït la instal·lació dues vegades, una per cada tipus de servei.

8.4.7 Equips de bombeig

Pel que fa a aquests equips, passa un fet semblant al dels ventiladors. Existeix una circuit de bombes de calefacció i un de circuit fred. Les dades per tant han estat introduïdes i es descriuran com en el cas anterior. En aquest cas les característiques de la instal·lació han estat proporcionades també pel SOMT.

Nom	Bombes	Zona	Edifici Objecte
Tipus		Bomba de cabal constant	
Servei		Calefacció/refrigeració	
Potència elèctrica	9,75/16 kW	Consum energètic	Estimat
Nombre d'hores	1157/516 H		

Taula 30. Característiques dels equips de bombeig.

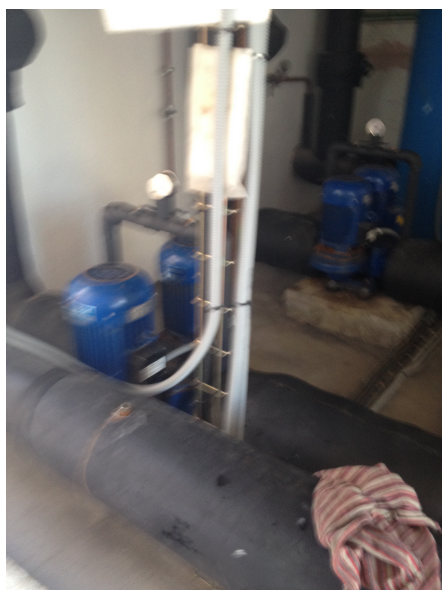


Figura 28. Imatge dels equips de bombeig presents a l'edifici estudiat.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa



Figura 29. Imatge d'una de les bombes presents a l'edifici estudiat.

8.5 Resultats i qualificació energètica

Els resultats de la certificació pel que fa a emissions globals de CO₂ són els següents:

INDICADOR GLOBAL		INDICADORS PARCIAIS	
<div><div>< 35.9A</div><div>35.9-58.4B</div><div>58.4-89.8C</div><div>89.8-116.7D</div><div>116.7-143.7E</div><div>143.7-179.6F</div><div>≥ 179.6G</div></div>	<div>73.92 C</div>	CALEFACCIÓ	ACS
		B	A
		Emissions calefacció [kgCO ₂ /m ² any]	Emissions ACS [kgCO ₂ /m ² any]
		15.79	0.00
		REFRIGERACIÓ	ENLLUMENAT
		C	C
Emissions globals [kgCO ₂ /m ² any]		Emissions refrigeració [kgCO ₂ /m ² any]	Emissions enllumenat [kgCO ₂ /m ² any]
73.92		5.33	41.2

Figura 30. Resultats d'emissions de diòxid de carboni donats per CE3X a la certificació exhaustiva.

El programa també genera la demanda global de calefacció i refrigeració produïda a l'edifici.

DEMANDA DE CALEFACCIÓ		DEMANDA DE REFRIGERACIÓ	
<div><div>< 7.6 A</div><div>7.6-15.9 B</div><div>15.9-27.6 C</div><div>27.6-37.5 D</div><div>37.5-47.5 E</div><div>47.5-60.8 F</div><div>≥ 60.8 G</div></div>	<div>59.61 F</div>	<div><div>< -1.5 A</div><div>-1.5-6.1 B</div><div>6.1-16.8 C</div><div>16.8-26.0 D</div><div>26.0-35.1 E</div><div>35.1-47.3 F</div><div>≥ 47.3 G</div></div>	<div>8.27 C</div>
Demanda global de calefacció [kWh/m² any]		Demanda global de refrigeració [kWh/m² any]	
59.61		8.27	

Figura 31. Resultats de demanda de calefacció i refrigeració donats per CE3X a la certificació exhaustiva.

Per últims, se'ns dona l'energia primària consumida per l'edifici. Aquest és el valor més important ja que serà útil per a fer la comparació entre les tres certificacions.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

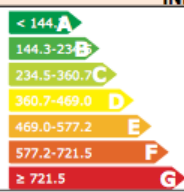
INDICADOR GLOBAL		INDICADORS PARCIALS			
 311.94 C	< 144 A	CALEFACCIÓ		ACS	
	144.3-233 B	0.61	B	0.0	A
	234.5-360.7 C	Energia primària de calefacció [kWh/m² any]		Energia primària ACS [kWh/m² any]	
	360.7-469.0 D	78.19		0.00	
	469.0-577.2 E	REFRIGERACIÓ		ENLLUMENAT	
	577.2-721.5 F	0.45	B	0.89	C
	≥ 721.5 G	Consum global d'energia primària [kWh/m² any]		Energia primària refrigeració [kWh/m² any]	
	311.94	21.44		165.67	

Figura 32. Resultats de consum global d'energia primària donats per CE3X a la certificació exhaustiva.

Finalment, la qualificació obtinguda per l'edifici és una C. Aquesta qualificació serà comparada amb posteriorment amb la del les altres certificacions.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

9. Certificació simplificada

En aquest apartat es procedirà a descriure quines són les simplificacions de la certificació simplificada respecte l'exhaustiva, per tal de veure quines són les diferències en els resultats i la qualificació. S'estudiarà en quina mesura canvien els resultats al fer les simplificacions i es determinarà si és necessari fer la certificació exhaustiva per aconseguir més precisió en els resultats, o si, al contrari, la simplificada és suficient. L'objectiu d'això serà veure si podem fer una certificació amb resultats acceptables reduint considerablement el nombre d'hores de feina.

9.1. Dades administratives

Les dades administratives seran les mateixes que a la anterior certificació, ja que són dades de l'edifici imprescindibles per a obtenir resultats.

9.2. Dades generals

De la mateixa manera que les dades administratives, les dades generals s'introduiran a CE3X igual que a la certificació exhaustiva.

9.3. Envolupant tèrmica

Aquest és l'apartat que suposa més temps a l'hora d'introduir les dades al programa, per tant es faran diverses simplificacions.

9.3.1. Sòls, cobertes i murs

La geometria dels sòls, cobertes i murs serà la mateixa, d'acord amb la forma que té l'edifici. Al contrari que a la certificació exhaustiva, no s'introduiran llibreries de tancaments i les propietats tèrmiques de tots els tancaments quedaran definides com per defecte.

9.3.2. Buits i lluernes

Aquest apartat serà semblant al de la certificació anterior, amb la única simplificació que és posarà un 20% de marc a totes les finestres o altres tipus de buits.

9.3.3. Patrons d'ombra i ponts tèrmics

En aquesta certificació no s'han considerat els patrons d'ombra sobre l'edifici. D'aquesta manera tant els tancaments com els buits i lluernes no tenen cap

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa patró d'ombra associat. Els ponts tèrmics queden de la mateixa manera que a la certificació exhaustiva.

9.4. Instal·lacions

Les instal·lacions són les mateixes en ambdues certificacions, ja que són les instal·lacions de l'edifici i no podem fer simplificacions al introduir-ne les dades ja que totes són necessàries per a donar una qualificació energètica.

9.5. Resultats i qualificació energètica

Es mostraran aquí els mateixos resultats que s'han mostrat per a la certificació exhaustiva.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORS PARCIAIS	
<div><div>< 35.9A</div><div>35.9-58.4B</div><div>58.4-89.8C</div><div>89.8-116.7D</div><div>116.7-143.7E</div><div>143.7-179.6F</div><div>≥ 179.6G</div></div> <div>77.84 C</div>		<div>CALEFACCIÓ</div> <div>C</div> <div>Emissions calefacció [kgCO₂/m² any]</div> <div>16.61</div>	<div>ACS</div> <div>A</div> <div>Emissions ACS [kgCO₂/m² any]</div> <div>0.00</div>
		<div>REFRIGERACIÓ</div> <div>D</div> <div>Emissions refrigeració [kgCO₂/m² any]</div> <div>7.82</div>	<div>ENLLUMENAT</div> <div>C</div> <div>Emissions enllumenat [kgCO₂/m² any]</div> <div>41.8</div>
Emissions globals [kgCO ₂ /m ² any]			
77.84			

Figura 33. Resultats d'emissions de diòxid de carboni donats per CE3X a la certificació simplificada.

DEMANDA DE CALEFACCIÓ		DEMANDA DE REFRIGERACIÓ	
<div><div>< 7.6 A</div><div>7.6-15.9 B</div><div>15.9-27.6 C</div><div>27.6-37.5 D</div><div>37.5-47.5 E</div><div>47.5-60.8 F</div><div>≥ 60.8 G</div></div>	<div>62.7 G</div>	<div><div>< -1.5 A</div><div>-1.5-6.1 B</div><div>6.1-16.8 C</div><div>16.8-26.0 D</div><div>26.0-35.1 E</div><div>35.1-47.3 F</div><div>≥ 47.3 G</div></div>	<div>12.13 C</div>
Demanda global de calefacció [kWh/m² any]		Demanda global de refrigeració [kWh/m² any]	
62.70		12.13	

Figura 34. Resultats de demanda de calefacció i refrigeració donats per CE3X a la certificació simplificada.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORS PARCIAIS			
<div><div>< 144.3A</div><div>144.3-234.5B</div><div>234.5-360.7C</div><div>360.7-469.0D</div><div>469.0-577.2E</div><div>577.2-721.5F</div><div>≥ 721.5G</div></div> <div>328.47 C</div>		CALEFACCIÓ		ACS	
		0.64	B	0.0	A
		Energia primària de calefacció [kWh/m² any]		Energia primària ACS [kWh/m² any]	
		82.25		0.00	
		REFRIGERACIÓ		ENLLUMENAT	
		0.66	C	0.91	C
		Energia primària refrigeració [kWh/m² any]		Energia primària enllumenat [kWh/m² any]	
Consum global d'energia primària [kWh/m² any]		328.47		168.14	

Figura 35. Resultats de consum global d'energia primària donats per CE3X a la certificació simplificada.

En aquest cas la qualificació de l'edifici és també una C.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

10. Certificació mitjançant consums reals

Els consums reals de l'edifici estan disponibles al SIRENA gràcies a la monitorització d'aquest feta pel SOMET. Des d'aquest es té control del funcionament de l'edifici, des d'un panell de control general com el següent:



Figura 36. Panell de control general de l'edifici.

En aquest panell es marquen les temperatures consigna on s'encenen la calefacció i la refrigeració i es controlen altres instal·lacions com l'enllumenat. La calefacció i la refrigeració es controlen des de panells com els següents:

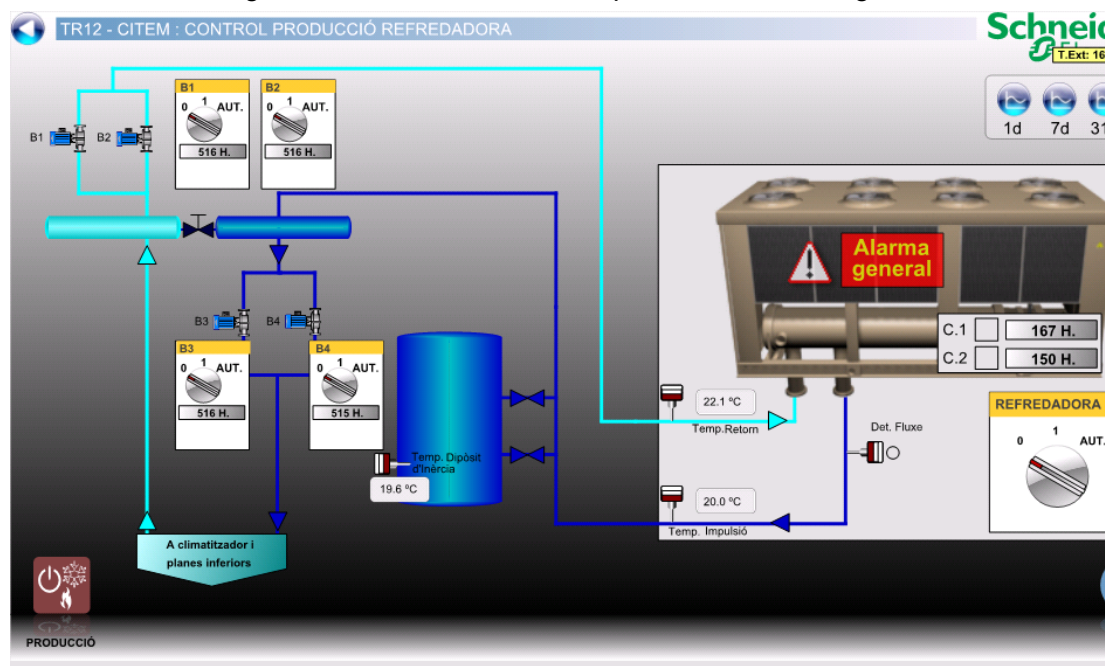


Figura 37. Panell de control de la refrigeració de l'edifici.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

TR12 - CITEM : CONTROL PRODUCCIÓ CALDERA

Schneider
T.Ext: 16.3

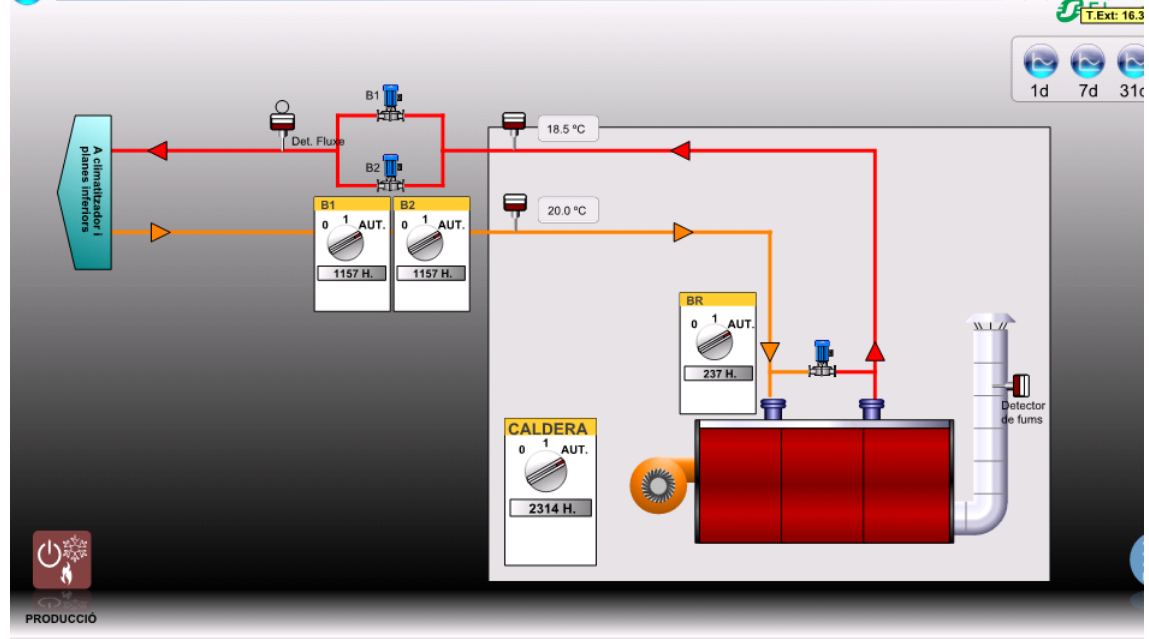


Figura 38. Panell de control de la calefacció de l'edifici.

A més, des dels SOMT, també es disposa d'un control del climatitzador com el que es mostra a la figura següent.

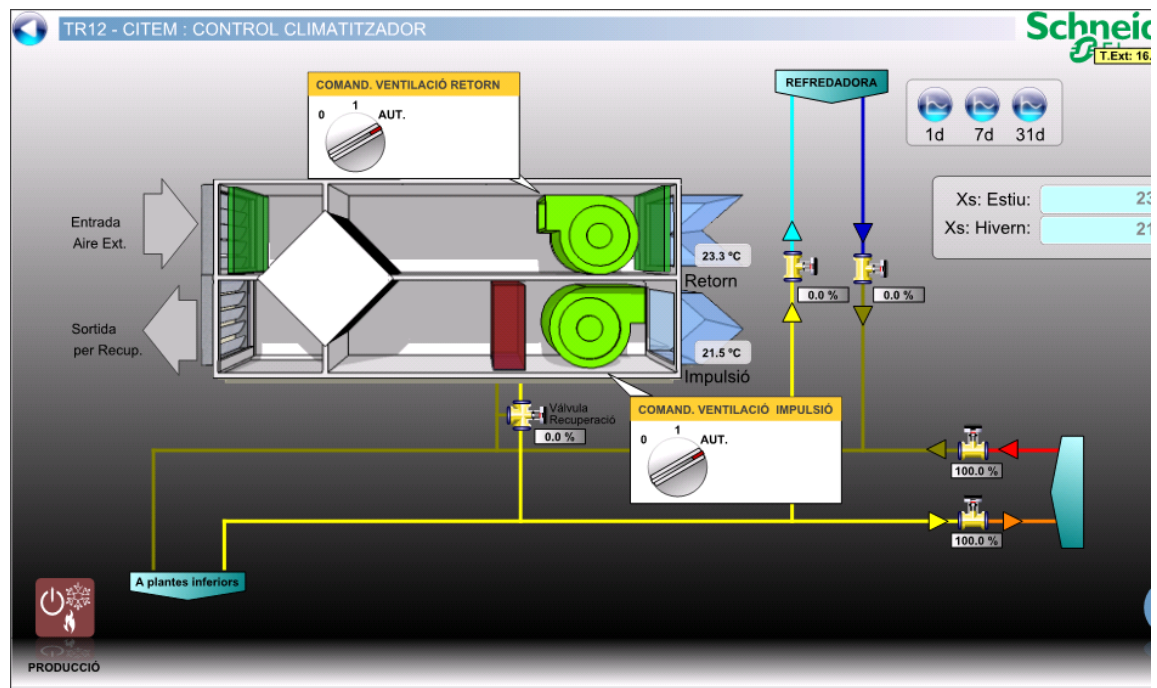


Figura 39. Panell de control del climatitzador de l'edifici.

Aquest entorn fa possible la recollida de dades de les instal·lacions de l'edifici i dóna d'aquesta manera la possibilitat de saber els consums d'electricitat de l'edifici amb periodicitat horària.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

S'han analitzat els consums dels anys 2010 fins al 2014 inclòs. Els consums d'electricitat mensuals es veuen a la figura 40.

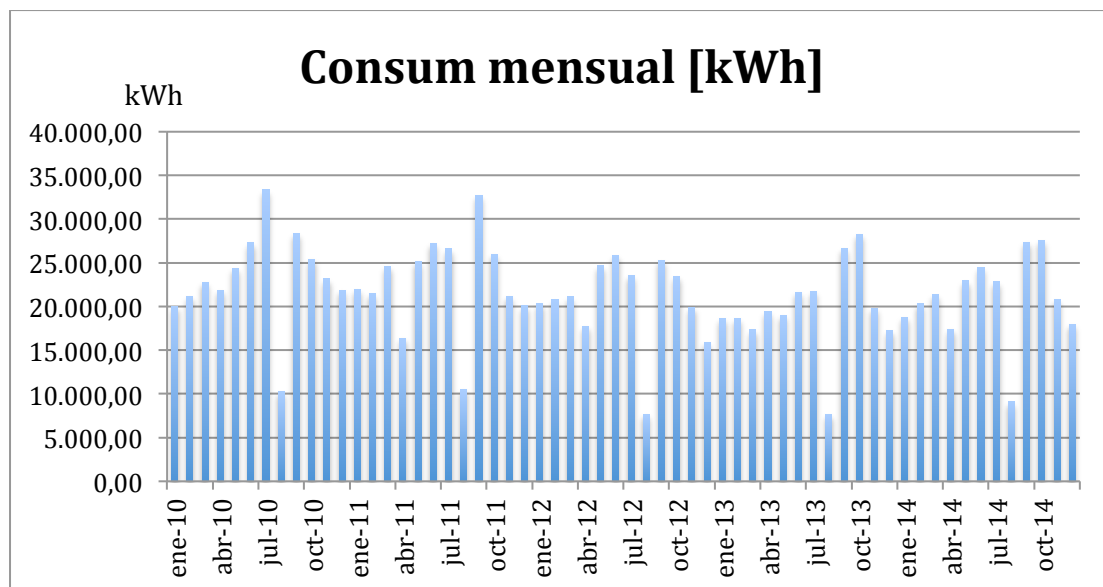


Figura 40. Gràfica dels consums mensual de l'edifici des de 2010 fins a 2014, ambdós inclosos.

Com es pot veure, hi ha una baixada significativa en els consums d'electricitat durant el mes d'agost deguda a la no activitat durant aquest període a l'edifici. També cal destacar que a mesura que avancen els anys s'observa una lleugera reducció del consum energètic a l'edifici. Això és segurament degut als programes que ha iniciat la UPC per a reduir el consum energètic als seus edificis i a la presa de consciència energètica en les persones que en fan ús. Seguidament s'han calculat els consums mitjos de cada mes durant aquests cinc anys, tal com es mostra a continuació.

Mes	Consum mensual mig [kWh]
Gener	19.941,70
Febrer	20.486,05
Març	21.438,62
Abril	18.560,71
Maig	23.215,00
Juny	25.285,66
Juliol	25.607,10
Agost	9.031,99
Setembre	28.076,86
Octubre	26.139,48
Novembre	20.961,14
Desembre	18.626,15

Taula 31. Consums mensual mitjos de l'edifici.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

Tenint els consums mensuals mitjos de cada mes es pretén calcular l'energia primària de l'edifici consumida anualment. Sabent que la superfície útil total de l'edifici és de 2418.88 m² es poden calcular els consums per m². Com s'ha comentat anteriorment, aquesta es tracta de l'energia final consumida per l'edifici. Per tant, per a tenir l'energia primària consumida per aquest farem ús dels factors de conversió d'energia final a energia primària expressats a la taula 3. En aquest cas tota l'energia utilitzada per l'edifici és electricitat convencional peninsular. Després de fer aquestes operacions els consums que queden són els següents:

Mes	Consum mensual mig per metre quadrat	Energia primària mitja consumida mensual [kWh/m ²]
Gener	8,24	21,52
Febrer	8,47	22,10
Març	8,86	23,13
Abril	7,67	20,03
Maig	9,60	25,05
Juny	10,45	27,28
Juliol	10,59	27,63
Agost	3,73	9,75
Setembre	11,61	30,30
Octubre	10,81	28,20
Novembre	8,67	22,62
Desembre	7,70	20,10

Taula 32. Consums mensual mitjos per unitat de superfície i energia primària mensual consumida.

Els consums mensuals d'energia primària s'observen al següent gràfic:

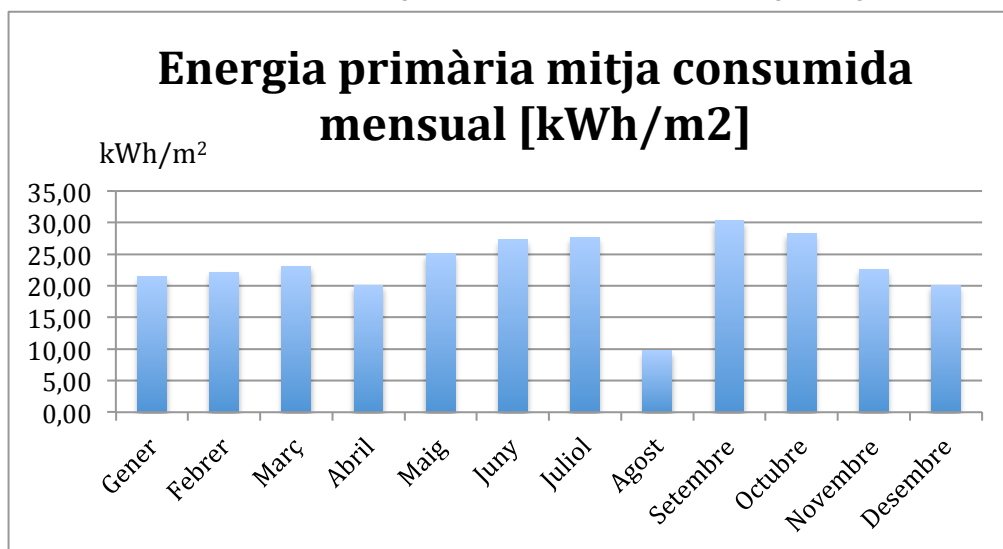


Figura 41. Gràfica de l'energia primària consumida mensualment per l'edifici.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa
Com ja era esperat, el consum més baix es produeix al agost, període on no hi ha classe a l'edifici, i els més alts durant els altres mesos d'estiu, quan es consumeix més energia de refrigeració. Amb les dades d'energia primària mitja consumida cada mes podem calcular l'energia primària mitja per m² consumida per l'edifici de forma anual. Aquest valor es pot observar a la taula següent.

Mes	Energia primària mitja consumida mensual [kWh/m2]
Gener	21,52
Febrer	22,10
Març	23,13
Abril	20,03
Maig	25,05
Juny	27,28
Juliol	27,63
Agost	9,75
Setembre	30,30
Octubre	28,20
Novembre	22,62
Desembre	20,10
Total	277,71

Taula 33. Càlcul de l'energia primària consumida anualment per l'edifici.

El valor final d'energia primària és de 277,71 kW/m²·any. Aquest valor, utilitzant la mateixa etiqueta energètica que la de les certificacions utilitzant CE3X donaria una qualificació energètica de C. Les emissions de CO₂ creades com a resultat d'aquest consum serien de 65,81 Kg CO₂/m²·any, calculades a partir dels coeficients de pas d'energia final a emissions de diòxid de carboni presents a *Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España. IDAE. Font [5].*

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

11 Comparacions

En aquest capítol es compararan les dues certificacions fetes utilitzant CE3X entre elles en base a les hipòtesis assumides tant en aquest treball. També es tindran en compte les hipòtesis assumides per CE3X en estimar els consums en cada cas. Després es procedirà a comparar aquestes dues certificacions amb la certificació feta utilitzant consums reals, i a comentar les diferències observades en base a les hipòtesis assumides.

11.1 Comparació de la certificació exhaustiva i simplificada

Per a fer la comparació s'utilitzaran els valors d'energia primària consumida per l'edifici. Per a la certificació exhaustiva el consum és d'uns 312 kWh/m²·any. En el cas de la certificació simplificada el consum és de 328 kWh/m²·any. Les hipòtesis seguides a cada simplificació són descrites a la taula següent.

Hipòtesi	Certificació exhaustiva	Certificació simplificada
Tancaments- Geometria	Valors reals de l'edifici (obtinguts dels plànols)	Valors reals de l'edifici (obtinguts dels plànols)
Tancaments- Transmissió	Valors reals de l'edifici (obtinguts del projecte constructiu)	Valors per defecte de CE3X (mínims per a complir la normativa vigent)
Patró d'ombres	Considerat	No considerat
Finestres- Geometria	Valors reals de l'edifici (obtinguts dels plànols)	Valors reals de l'edifici (obtinguts dels plànols) El percentatge de marc s'ha definit com a 20% per defecte.
Finestres- Transmissió	Valor estimats pel tipus de finestra	Valors estimats pel tipus de finestra
Ponts tèrmics	Per defecte	Per defecte
Instal·lacions	Valors reals de l'edifici	Valors reals de l'edifici

Taula 34. Comparació de les hipòtesis de les certificacions amb CE3X.

Com es pot observar, s'introdueixen menys dades en la certificació simplificada que en la exhaustiva. Això comporta que CE3X agafi un valor per defecte que és el pitjor que estigui dins la normativa. L'augment de consum amb la certificació simplificada es pot explicar per aquest fet, ja que l'edifici tindrà un consum més si l'envolupant tèrmica és pitjor, de manera que haurà de invertir més energia en aconseguir una temperatura de confort dins l'edifici. La no consideració de

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa
patrons d'ombra també pot ser una de les causes d'aquesta diferència en els
consums, ja que es necessitarà més energia en refrigeració de l'edifici.

11.2 Comparació de CE3X amb consums reals

Els consums obtinguts amb les tres certificacions són els següents:

Certificació	Consum d'energia primària [kWh/m ² ·any]
Consums reals	277,71
Exhaustiva	311,94
Simplificada	328,47

Taula 35. Valors de consum d'energia primària a les tres certificacions.

S'observa una tendència en disminuir el consum a mesura que ens apropem a una estimació més real d'aquest. Com s'ha comentat a l'apartat anterior, això pots ser degut a que CE3X utilitza els pitjors valors dins la normativa quan utilitzem valors per defecte. Així la certificació exhaustiva s'apropa més als consums reals, ja que conté menys elements introduïts per defecte.

Una altra circumstància a tenir en compte és que CE3X suposa un funcionament de l'edifici continu durant tot l'any. L'edifici estudiat està tancat durant el mes d'agost, el que suposa una baixada del consum en un dels mesos on més consum de refrigeració es produeix degut a altes temperatures. També hem de tenir en compte que en dades com caps de setmana i altres períodes festius el consum de l'edifici disminueix considerablement, ja que no s'hi desenvolupa l'activitat típica dels dies laborables.

Una altra causa d'aquest consum més baix de l'edifici podria ser la presa de consciència energètica de les persones que en fan ús, amb iniciatives tant simples com tancar els llums d'espais no utilitzats, així com els programes iniciats per la UPC per a reduir els consums energètics dels seus edificis. Per últim, també podrien ser causa d'aquesta diferència les temperatures consigna en les quals s'obren i s'apaguen les instal·lacions de calefacció i refrigeració, ja que aquestes podrien ser diferents de les que utilitza CE3X per calcular els consums de l'edifici.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

12 Proposta per a treballs futurs

A partir d'aquest estudi es podrien realitzar altres treballs. El més útil i interessant d'aquests seria la creació d'un software per realitzar la certificació energètica d'un edifici utilitzant els consums reals monitoritzats d'aquest. Aquest software seria interessant ja que donaria la possibilitat de realitzar certificacions energètiques d'edificis de forma ràpida i precisa, ja que s'estarien utilitzant els consums reals de l'edifici, i disposant d'aquests no seria necessària la introducció de moltes dades de l'edifici en el software que fa la certificació.

Seguidament es procedirà a definir les tasques principals d'aquest projecte mitjançant una estructura de descomposició del treball.

1. Software per a la certificació mitjançant consums reals
 - 1.1. Disseny del software
 - 1.1.1. Definició de les dades a introduir per l'usuari
 - 1.1.2. Disseny de la interfície
 - 1.1.3. Definició del mode d'accés als consums reals de l'edifici
 - 1.2. Programació del software
 - 1.2.1. Cerca de factors de conversió d'energia final a energia primària actuals
 - 1.2.2. Cerca de factors d'emissió actuals
 - 1.2.3. Definir i implementar algoritme del programa
 - 1.3. Verificació del software
 - 1.3.1. Comparació de diferents certificacions amb altres mètodes
 - 1.3.2. Redacció dels documents pertinents

Seguidament es donarà una breu descripció de cada tasca, així com les tasques que la precedeixen i una estimació del nombre d'hores necessàries per a realitzar-la correctament.

Codi	Tasca	Definició
1.1.1	Definició de les dades a introduir per l'usuari	Definició de les dades generals i altres de l'edifici necessàries per a poder fer la certificació energètica.
1.1.2	Disseny de la interfície	Disseny d'una interfície que faciliti la introducció de les dades de l'edifici i dels seus consums a l'usuari del software.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

1.1.3	Definició del mode d'accés als consums reals de l'edifici	Definició de la manera d'introduir els consums reals de l'edifici al software. Aquest apartat inclou periodicitat de les dades, unitats i manera d'introduir-les i guardar-les.
1.2.1	Cerca de factors de conversió d'energia final a energia primària actuals	Cerca d'aquests factors necessaris per a establir el resultat de la certificació ja que aquests són donats per l'IDAE i poden variar any a any.
1.2.2	Cerca de factors d'emissió actuals	De la mateixa manera que a l'activitat 1.2.1, cerca d'aquests factors que també poden variar donats per la mateixa entitat.
1.2.3	Definir i implementar algoritme del programa	Definir les característiques del software i implementar-lo en la seva totalitat per obtenir un funcionament total d'aquest.
1.3.1	Comparació de diferents certificacions amb altres mètodes	Comparació de les certificacions d'edificis amb aquest software i d'altres validats legalment amb la intenció de verificar el bon funcionament d'aquest software.
1.3.2	Redacció dels documents pertinents	Redacció de tots els documents necessaris d'aquest projecte.

Taula 36. Descripció de tasques.

Codi	Precedències	Duració [h]
1.1.1	-	15
1.1.2	1.1.1	25
1.1.3	1.1.2	20
1.2.1	-	3
1.2.2	-	3
1.2.3	1.2.1, 1.2.2	50
1.3.1	1.2.3, 1.1.3	60
1.3.2	1.3.1	20

Taula 37. Precedències i duració de les tasques.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

13 Anàlisi mediambiental

Aquest treball és un estudi sobre la certificació enèrgica d'un edifici, relacionada de forma directa amb l'eficiència energètica d'aquest. L'impacte ambiental que aquest estudi podria generar té a veure principalment amb la presa de consciència energètica de les persones.

En l'estudi s'ha calculat el consum d'energia de l'edifici, així com també s'han donat les emissions de diòxid de carboni a l'aire generades per aquest consum. En el treball s'ha estudiat el Centre de la Imatge i Tecnologia Multimèdia fent una comparació de diferents mètode d'estudi de l'edifici. Aquest fet aporta la possibilitat de veure la precisió dels mètodes simplificats en la certificació dels edificis. D'aquesta manera, dóna una visió més crítica d'aquests procediments i de com s'apropen a la realitat.

L'estudi també dóna la possibilitat de veure quins són els serveis de l'edifici amb pitjor rendiment energètic, amb la fi de veure quin contribueix més a la generació d'emissions. Aquest fet pot ser de gran utilitat en vista a possibles reformes o remodelacions de l'edifici per aconseguir una major eficiència energètica.

Com a conseqüència, es pot concloure que els aspectes ambientals estan presents en la totalitat de l'estudi, i que aquest tindrà un impacte ambiental positiu sobre l'edifici estudiat així com sobre els seus usuaris.

14 Pressupost

El cost d'aquest estudi està format exclusivament per les hores de dedicació a aquest, ja que el software utilitzat és gratuït i no hi ha altres costos addicionals.

El desglossament del pressupost es troba al VOLUM III de l'estudi.

El cost total es de 5.100€, cinc mil cent euros (IVA no inclòs).

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

15 Conclusions

En l'apartat de l'estudi *11 Comparacions* s'han comparat els resultats de les diferents certificacions i s'han explicat els possibles orígens d'aquestes diferències. Un dels objectius d'aquest estudi era veure en quina mesura era necessària la certificació exhaustiva per a tenir les dades de consum de l'edifici, tenint en compte que aquesta tenia associada una càrrega de treball significativament major a la simplificada.

Després d'analitzar les dades de consum donades per les dues certificacions, es pot concloure que donen resultats amb una precisió bastant semblant, tenint en compte quins són els consums reals de l'edifici, donats també l'apartat de l'estudi *11 Comparacions*. D'aquest fet en podem extreure que la certificació exhaustiva no aporta un grau de precisió suficientment alt comparat amb el de la certificació simplificada per a compensar les hores de treball afegides. Les instal·lacions de l'edifici tenen un pes superior a l'envolupant tèrmica en els resultats finals de la certificació, per tant és acceptable fer simplificacions en la introducció de la envolupant tèrmica sempre que no es vulgui arribar un grau molt alt de precisió. Només en el cas de que es vulgui tenir un alt grau de precisió dels consums i que aquests siguin el més semblants possible a la realitat serà útil realitzar la certificació exhaustiva, ja que dona uns resultats més semblants a la realitat.

Un altre dels objectius de l'estudi era veure si era possible aconseguir una certificació energètica de l'edifici utilitzant els consums reals que tenis disponibles d'aquests, procés que encara no està contemplat en les normatives de certificacions energètiques comentades en l'apartat *5 Estat de l'art i antecedents*.

S'ha observat que s'obté una qualificació energètica semblant quan s'utilitzen els consums disponibles al servei SIRENA, amb una reducció considerable de la càrrega d'hores necessàries en fer la certificació. Això fa pensar que si es disposés d'un procés acceptat per certificar un edifici d'aquesta manera, aquesta seria la millor manera possible, ja que ofereix els consums de l'edifici de forma exacta sense assumir hipòtesis ni fer simplificacions com fa CE3X, el software vàlid a la normativa vigent. Tot i així, CE3X ofereix dades com la demanda de calefacció, refrigeració o enllumenat que no estan disponibles al SIRENA, ja que aquest servei només ens dona la suma de tots aquests elements però no podem obtenir-los per separat. Aquest seria un inconvenient a l'hora d'usar aquest mètode, i s'haurien de buscar procediments vàlids per a la obtenció d'aquestes dades. En el cas de que això fos possible, aquest seria el millor procediment per

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa a certificar un edifici donada la seva semblança a la realitat i la seva baixa càrrega d'hores de treball en comparació amb els altres procediments estudiats.

Així podem concloure que després d'un estudi sobre la possibilitat d'acceptar un mètode per certificar un edifici mitjançant els consums reals, com el comentat a l'apartat 12 *Proposta per a treballs futurs*, i finalment l'acceptació d'aquest, es podria realitzar la certificació energètica d'un edifici de manera més ràpida i amb major precisió. D'aquesta manera s'aconseguiria un mètode millor que els procediment simplificats donat que s'haurien de fer menys simplificacions i hipòtesis de l'edifici i la modelització d'aquest seria més semblant a la realitat.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

16 Bibliografia

- [1] BOE. (2013) . RD 235/2013 Certificación energética.

- [2] EADIC. Curso de calificación energética de edificios LIDER y CALENER VyP. Tema 1: La calificación energética de edificios y su normativa. [En línia] Disponible a: http://www.eadic-innova.com/eficiencia/source/tema1_eadic.pdf [última data de consulta: 10 de maig del 2015]

- [3] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Certificación energética de edificios existentes. [En línia] Disponible a: <http://www.idae.es/index.php/recategoria.3980/id.717/remenu.344/mod.pags/mem.detalle> [última data de consulta: 12 de maig del 2015]

- [4] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Escala de calificación energética para edificios existentes. Maig de 2011.

- [5] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España. Versión 03/03/2014. [En línia] Disponible a: http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/propuestas/Documents/2014_03_03_Factores_de_emision_CO2_y_Factores_de_paso_Efinal_Eprimaria_V.pdf [última data de consulta: 15 de maig del 2015]

- [6] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Guía IDAE: Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3X. Juliol de 2012.

- [7] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Guía IDAE: Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X. Juliol de 2012.

Treball Fi de Grau:

Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR12 del Campus UPC de Terrassa

- [8] Ministerio de fomento. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE Ahorro de energía. Setembre de 2013.

- [9] Ministerio de industria, energía y turismo. Metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética. [En línia] Disponible a: http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Normativa/Documents/Metodologia_calificacion_eficiencia_energetica.pdf [última data de consulta: 28 d'abril del 2015]

- [10] Ministerio de industria, energía y turismo. Modelo de etiqueta de eficiencia energética. [En línia] Disponible a: http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Normativa/Documents/2013_07-04_%20Modelo%20Etiqueta.pdf [última data de consulta: 26 d'abril

- [11] Parlamento europeo y consejo de la unión europea. Directiva 2002/91/CE del parlamento europeo y del consejo del 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.

- [12] Parlamento europeo y consejo de la unión europea. Directiva 2010/31/UE del parlamento europeo y el consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición)

- [13] Rockwool. Aclaraciones de las dudas más comunes sobre el nuevo CTE DBHE. [En línia] Disponible a: <http://www.rockwool.es/normativa/eficiencia+energ%C3%A9tica/cte+dbhe/faqs> [última data de consulta: 10 de maig de 2015]

- [14] Servei d'Obres i Manteniment del Campus Terrassa (SOMT).

- [15] Universitat Politècnica de Catalunya, UPC. SIRENA. [En línia] Disponible a: <http://sirenaupc.dexcell.com/> [última data de consulta: 17 de maig del 2015]